



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년01월18일

(11) 등록번호 10-2204794

(24) 등록일자 2021년01월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/50 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0093425

(22) 출원일자 2013년08월07일

심사청구일자 2018년07월19일

(65) 공개번호 10-2014-0020768

(43) 공개일자 2014년02월19일

(30) 우선권주장

JP-P-2012-177795 2012년08월10일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020070009305 A*

KR1020100138899 A*

Journal of Applied Physics, 95, 948-953, 2004*

Light-emitting iridium complexes with tridentate ligands, Dalton Trans., 2008, pp.2081-2099.*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

가부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼

일본국 가나가와켄 아쓰기시 하세 398

(72) 발명자

세오 사토시

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내

이시소네 타카히로

일본 243-0036 가나가와켄 아쓰기시 하세 398 가부시키가이샤 한도오파이 에네루기 켄큐쇼 내

(74) 대리인

장수길, 박충범, 이중희

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 정명주

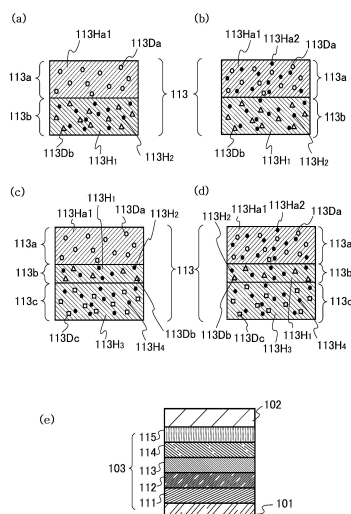
(54) 발명의 명칭 발광 소자, 발광 장치, 표시 장치, 전자 기기 및 조명 장치

(57) 요약

본 발명은 복수의 발광 도펀트를 사용한 발광 소자에 있어서, 당해 복수의 도펀트가 균형있게 발광하면서, 발광 효율이 높은 발광 소자를 제공한다. 또한, 상술한 발광 소자를 사용함으로써, 소비 전력이 저감된 발광 장치, 표시 장치, 전자 기기 및 조명 장치를 각각 제공한다.

각각 상이한 인광 발광 재료가 포함된 복수의 발광층이 적층한 발광층을 갖는 발광 소자에 있어서, 장파장의 발광을 나타내는 발광 재료가 포함된 발광층은, 각각 수송 극성이 상이한 캐리어 수송성 화합물을 2종 포함하고, 단파장층의 발광층에 포함되는 호스트 재료의 삼중항 여기 에너지가 상기 캐리어 수송성 화합물 중 어느 하나 또는 전부보다도 삼중항 여기 에너지가 높은 것을 특징으로 하는 발광 소자를 제공한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

발광 장치로서,

양극;

상기 양극 위의 제1 발광층으로서, 상기 제1 발광층이 제1 인광성 화합물 및 제1 호스트 재료를 포함하는, 상기 제1 발광층;

상기 양극과 상기 제1 발광층 사이에서 상기 제1 발광층과 접하는 제2 발광층으로서, 상기 제2 발광층이 제2 인광성 화합물, 제1 전자 수송성 화합물 및 제1 정공 수송성 화합물을 포함하는, 상기 제2 발광층; 및

상기 제1 발광층 위의 음극

을 포함하고,

상기 제1 전자 수송성 화합물 및 상기 제1 정공 수송성 화합물 각각은 상기 제1 호스트 재료와 상이하고,

상기 제2 인광성 화합물의 발광 파장이 상기 제1 인광성 화합물의 발광 파장보다 길고,

상기 제1 호스트 재료의 삼중항 여기 에너지가 상기 제1 전자 수송성 화합물 또는 상기 제1 정공 수송성 화합물의 삼중항 여기 에너지 이상이고,

상기 제1 전자 수송성 화합물 및 상기 제1 정공 수송성 화합물이 여기 착체를 형성하고,

상기 여기 착체의 발광 피크 파장과 상기 제2 인광성 화합물의 가장 장파장측의 흡수대의 피크 파장 간의 에너지 차가 0.2 eV 이하이고,

상기 제2 인광성 화합물의 상기 가장 장파장측의 상기 흡수대는 단일항 기저 상태에서부터 삼중항 여기 상태로의 직접 천이에 상당하고,

상기 여기 착체의 발광 스펙트럼은 상기 여기 착체의 단일항 여기 상태에서부터의 형광 스펙트럼이고,

상기 여기 착체의 단일항 여기 상태의 여기 에너지가, 상기 여기 착체의 상기 발광 스펙트럼과 상기 제2 인광성 화합물의 상기 가장 장파장측의 상기 흡수대의 중첩을 이용하여, 상기 제2 인광성 화합물의 삼중항 여기 상태의 여기 에너지로 변환되는, 발광 장치.

청구항 2

발광 장치로서,

양극;

상기 양극 위의 제1 발광층으로서, 상기 제1 발광층이 제1 인광성 화합물 및 제1 호스트 재료를 포함하는, 상기 제1 발광층;

상기 제1 발광층과 상기 양극 사이에서 상기 제1 발광층과 접하는 제2 발광층으로서, 상기 제2 발광층이 제2 인광성 화합물, 제1 전자 수송성 화합물 및 제1 정공 수송성 화합물을 포함하는, 상기 제2 발광층;

상기 제2 발광층과 상기 양극 사이에서 상기 제2 발광층과 접하는 제3 발광층으로서, 상기 제3 발광층이 제3 인광성 화합물, 제2 전자 수송성 화합물 및 제2 정공 수송성 화합물을 포함하는, 상기 제3 발광층; 및

상기 제1 발광층 위의 음극

을 포함하고,

상기 제1 전자 수송성 화합물 및 상기 제1 정공 수송성 화합물 각각은 상기 제1 호스트 재료와 상이하고,

상기 제2 인광성 화합물의 발광 파장이 상기 제1 인광성 화합물의 발광 파장보다 길고,

상기 제3 인광성 화합물의 발광 파장이 상기 제2 인광성 화합물의 상기 발광 파장보다 길고,

상기 제1 호스트 재료의 삼중항 여기 에너지가 상기 제1 전자 수송성 화합물 또는 상기 제1 정공 수송성 화합물의 삼중항 여기 에너지 이상이고,

상기 제1 전자 수송성 화합물 및 상기 제1 정공 수송성 화합물이 여기 착체를 형성하고,

상기 여기 착체의 발광 피크 파장과 상기 제2 인광성 화합물의 가장 장파장측의 흡수대의 피크 파장 간의 에너지 차가 0.2 eV 이하이고,

상기 제2 인광성 화합물의 상기 가장 장파장측의 상기 흡수대는 단일항 기저 상태에서부터 삼중항 여기 상태로의 직접 천이에 상당하고,

상기 여기 착체의 발광 스펙트럼은 상기 여기 착체의 단일항 여기 상태에서부터의 형광 스펙트럼이고,

상기 여기 착체의 단일항 여기 상태의 여기 에너지가, 상기 여기 착체의 상기 발광 스펙트럼과 상기 제2 인광성 화합물의 상기 가장 장파장측의 상기 흡수대의 중첩을 이용하여, 상기 제2 인광성 화합물의 삼중항 여기 상태의 여기 에너지로 변환되는, 발광 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 호스트 재료가 정공 수송성을 갖는, 발광 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 발광층이 제2 호스트 재료를 더 포함하고,

상기 제2 호스트 재료가 전자 수송성을 갖고,

상기 제2 호스트 재료의 삼중항 여기 에너지가 상기 제1 전자 수송성 화합물 또는 상기 제1 정공 수송성 화합물의 상기 삼중항 여기 에너지 이상인, 발광 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 호스트 재료 및 상기 제2 호스트 재료가 여기 착체를 형성하는, 발광 장치.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 제1 전자 수송성 화합물과 상기 제1 정공 수송성 화합물의 상기 삼중항 여기 에너지가 상기 제2 전자 수송성 화합물 또는 상기 제2 정공 수송성 화합물의 삼중항 여기 에너지보다 높은, 발광 장치.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 제1 호스트 재료가 전자 수송성을 갖는, 발광 장치.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 제1 발광층이 제2 호스트 재료를 더 포함하고,

상기 제2 호스트 재료가 정공 수송성을 갖고,

상기 제2 호스트 재료의 삼중항 여기 에너지가 상기 제1 전자 수송성 화합물 또는 상기 제1 정공 수송성 화합물의 상기 삼중항 여기 에너지 이상인, 발광 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 호스트 재료 및 상기 제2 호스트 재료가 여기 착체를 형성하는, 발광 장치.

청구항 10

제2항에 있어서,

상기 제1 전자 수송성 화합물 및 상기 제2 전자 수송성 화합물이 동일한 재료인, 발광 장치.

청구항 11

제2항에 있어서,

상기 제1 정공 수송성 화합물 및 상기 제2 정공 수송성 화합물이 동일한 재료인, 발광 장치.

청구항 12

제2항에 있어서,

상기 제1 전자 수송성 화합물 및 상기 제2 전자 수송성 화합물이 동일한 재료이고,

상기 제1 정공 수송성 화합물 및 상기 제2 정공 수송성 화합물이 동일한 재료인, 발광 장치.

청구항 13

조명 장치로서,

제1항 또는 제2항에 따른 발광 장치를 포함하는, 조명 장치.

청구항 14

전자 기기로서,

제1항 또는 제2항에 따른 발광 장치를 포함하는, 전자 기기.

청구항 15

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 가장 장과장측의 상기 흡수대는 삼중항 MLCT(Metal to Ligand Charge Transfer)의 천이로부터 발생하는, 발광 장치.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 화합물을 발광 물질로서 사용한 발광 소자, 표시 장치, 발광 장치, 전자 기기 및 조명 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 들어, 일렉트로루미네센스(EL: Electroluminescence)를 이용한 발광 소자의 연구 개발이 활발히 행해지고 있다. 이들 발광 소자의 기본적인 구성은, 한 쌍의 전극 사이에 발광 물질을 포함하는 층(EL층)을 끼운 것이다. 이 소자에 전압을 인가함으로써, 발광 물질로부터의 발광을 얻을 수 있다.

[0003] 이러한 발광 소자는 자발광형이기 때문에, 액정 디스플레이에 비해 화소의 시인성이 높고, 백라이트가 불필요한 등의 이점이 있어, 플랫 패널 디스플레이 소자로서 적합하다고 여겨지고 있다. 또한, 이러한 발광 소자를 사용한 디스플레이는, 박형 경량으로 제작할 수 있는 것도 큰 이점이다. 또한 매우 응답 속도가 빠른 것도 특징 중 하나이다.

[0004] 이들 발광 소자는 발광층을 막형상으로 형성하는 것이 가능하기 때문에, 면 형상으로 발광을 얻을 수 있다. 따라서, 대면적의 소자를 용이하게 형성할 수 있다. 이것은, 백열 전구나 LED로 대표되는 점 광원, 또는 형광등으로 대표되는 선광원에서는 얻기 어려운 특색이기 때문에, 조명 등에 응용할 수 있는 면 광원으로서의 이용 가치도 높다.

[0005] 발광 물질에 유기 화합물을 사용해서, 한 쌍의 전극 사이에 상기 EL층을 형성한 유기 EL 소자의 경우, 한 쌍의 전극 사이에 전압을 인가함으로써, 음극으로부터 전자가, 양극으로부터 정공(홀)이 각각 발광성 EL층으로 주입되어, 전류가 흐른다. 그리고, 주입된 전자 및 정공이 재결합함으로써 발광성의 유기 화합물이 여기 상태로 되어, 여기된 발광성의 유기 화합물로부터 발광을 얻을 수 있다.

[0006] 유기 화합물이 형성하는 여기 상태의 종류로서는, 일중항 여기 상태와 삼중항 여기 상태가 있으며, 일중항 여기 상태(S^*)로부터의 발광이 형광, 삼중항 여기 상태(T^*)로부터의 발광이 인광이라고 불리고 있다. 또한, 상기 발광 소자에 있어서의 그 통계적인 생성 비율은, $S^*: T^*=1:3$ 이라고 생각된다.

[0007] 일중항 여기 상태에서부터 발광하는 화합물(이하, 형광성 화합물이라고 칭함)에서는 실온에서, 통상 삼중항 여기 상태에서부터의 발광(인광)은 관측되지 않고, 일중항 여기 상태에서부터의 발광(형광)만이 관측된다. 따라서, 형광성 화합물을 사용한 발광 소자에 있어서의 내부 양자 효율(주입한 캐리어에 대해 발생하는 포톤의 비율)의 이론적 한계는, $S^*: T^*=1:3$ 인 것을 근거로 25%로 되어 있다.

[0008] 한편, 삼중항 여기 상태에서부터 발광하는 화합물(이하, 인광성 화합물이라고 칭함)을 사용하면, 삼중항 여기 상태에서부터의 발광(인광)이 관측된다. 또한, 인광성 화합물은 항간 교차(일중항 여기 상태에서부터 삼중항 여기 상태로 이동하는 것)가 일어나기 쉽기 때문에, 내부 양자 효율은 100%까지 이론상은 가능해진다. 즉, 형광성 화합물보다 높은 발광 효율이 실현 가능해진다. 이러한 이유로 인해, 고효율의 발광 소자를 실현하기 위해서, 인

광성 화합물을 사용한 발광 소자의 개발이 최근에 활발히 행해지고 있다.

[0009] 특허문헌 1에서는, 복수의 발광 도펀트를 포함하는 발광 영역을 갖고, 그 발광 도펀트가 인광을 발하는 백색 발광 소자가 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 일본 특허 공표 제2004-522276호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 이론적으로 내부 양자 효율을 100%로 하는 것이 가능한 인광성 화합물이기는 하지만, 소자 구조나, 다른 재료와의 조합의 최적화없이, 높은 효율을 실현하는 것은 어렵다. 특히, 다른 밴드(발광색)의 인광성 화합물을 발광 도펀트로 해서 복수 종류 사용하는 발광 소자에 있어서는, 에너지 이동을 고려하는 것은 물론, 그 에너지 이동 자체의 효율을 최적화하지 않고서는 높은 효율의 발광을 얻는 것은 곤란하다. 실제로, 상기 특허문헌 1에서는, 발광 도펀트가 모두 인광의 소자라 하더라도 그 외부 양자 효율은 3 내지 4% 정도이다. 이것은 광 추출 효율을 고려했다고 하더라도, 내부 양자 효율은 20% 이하라고 생각되며, 인광 발광 소자로서는 낮은 값이라 하지 않을 수 없다.

[0012] 또한, 발광 효율을 높이는 것 뿐만 아니라, 다른 발광색의 도펀트를 사용한 다색 발광 소자에 있어서는, 각 발광색의 도펀트가 밸런스 좋게 발광할 필요가 있다. 높은 발광 효율을 달성하면서, 각 도펀트의 발광 밸런스를 유지하는 것은, 용이한 것은 아니다.

[0013] 따라서, 본 발명의 일 형태에서는, 복수의 발광 도펀트를 사용한 발광 소자에 있어서, 그 복수의 도펀트가 밸런스 좋게 발광하면서, 발광 효율이 높은 발광 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 본 발명의 일 형태는, 전술한 발광 소자를 사용함으로써, 소비 전력이 저감된 발광 장치, 표시 장치, 전자 기기 및 조명 장치를 각각 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0014] 본 발명은 전술한 과제 중 어느 하나를 해결하면 되는 것으로 한다.

과제의 해결 수단

[0015] 본 발명에서는, 복수의 발광층에 있어서 각각의 발광층이 다른 인광 재료를 갖는 발광 소자로서, 복수의 발광층 중, 장파장의 발광을 나타내는 발광 재료가 포함된 발광층은, 각각 수송 극성이 다른 캐리어 수송성 화합물을 2 종류 포함하고, 복수의 발광층 중, 단파장의 발광을 나타내는 발광 재료가 포함된 발광층은 호스트 재료를 포함하고, 그 호스트 재료의 삼중항 여기 에너지가 상기 캐리어 수송성 화합물 중 어느 하나 또는 전부보다도 삼중항 여기 에너지가 높은 것을 특징으로 하는 발광 소자를 제공한다. 이와 같이, 호스트간에서의 에너지 이동 효율이 높아지는 조합의 호스트 재료나 캐리어 수송성 화합물을 적용함으로써, 본 발명의 일 형태의 발광 소자를 얻을 수 있다.

[0016] 즉, 본 발명의 일 형태는, 양극 및 음극 사이에, 제1 인광성 화합물과 제1 호스트 재료를 포함하는 제1 발광층과, 제2 인광성 화합물과 제1 전자 수송성 화합물과 제1 정공 수송성 화합물을 포함하는 제2 발광층을 갖고, 제2 인광성 화합물의 발광 파장은, 제1 인광성 화합물의 발광 파장보다도 장파장이고, 제1 호스트 재료의 삼중항 여기 에너지는, 제1 전자 수송성 화합물 및 제1 정공 수송성 화합물 중 어느 하나의 삼중항 여기 에너지 이상이고, 제1 발광층과 제2 발광층이 접하여 설치되어 있는 발광 소자이다.

[0017] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 제1 전자 수송성 화합물과 제1 정공 수송성 화합물이, 여기 착체를 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.

[0018] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 제1 호스트 재료는 전자 수송성 화합물이고, 제1 발광층은 제2 발광층의 음극측에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.

[0019] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 제1 호스트 재료는 정공 수송성 화합물이

고, 제1 발광층은 제2 발광층의 양극측에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.

- [0020] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 제1 발광층은, 제2 호스트 재료를 더 포함하고, 제2 호스트 재료는 정공 수송성 화합물이고, 제2 호스트 재료의 삼중항 여기 에너지는, 제1 전자 수송성 화합물 및 제1 정공 수송성 화합물 중 어느 하나의 삼중항 여기 에너지 이상인 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.
- [0021] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 제1 발광층은, 제2 호스트 재료를 더 포함하고, 제2 호스트 재료는 전자 수송성 화합물이고, 제2 호스트 재료의 삼중항 여기 에너지는, 제1 전자 수송성 화합물 및 제1 정공 수송성 화합물 중 어느 하나의 삼중항 여기 에너지 이상인 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.
- [0022] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 제1 호스트 재료와 제2 호스트 재료가, 여기 착체를 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.
- [0023] 또한, 본 발명의 다른 구성은 양극 및 음극 사이에, 제1 인광성 화합물과 제1 호스트 재료를 포함하는 제1 발광층과, 제2 인광성 화합물과 제1 전자 수송성 화합물과 제1 정공 수송성 화합물을 포함하는 제2 발광층과, 제3 인광성 화합물과 제2 전자 수송성 화합물과 제2 정공 수송성 화합물을 포함하는 제3 발광층을 갖고, 제2 인광성 화합물의 발광 파장은, 제1 인광성 화합물의 발광 파장보다도 장파장이고, 제3 인광성 화합물의 발광 파장은, 제2 인광성 화합물의 발광 파장보다도 장파장이고, 제1 호스트 재료의 삼중항 여기 에너지는, 제1 전자 수송성 화합물 및 제1 정공 수송성 화합물 중 어느 하나의 삼중항 여기 에너지 이상이고, 제1 발광층과 제2 발광층과 제3 발광층이 이 순서로 접하여 설치되어 있는 발광 소자이다.
- [0024] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 양극 및 음극 사이에, 제1 인광성 화합물과 제1 호스트 재료를 포함하는 제1 발광층과, 제2 인광성 화합물과 제1 전자 수송성 화합물과 제1 정공 수송성 화합물을 포함하는 제2 발광층과, 제3 인광성 화합물과 제2 전자 수송성 화합물과 제2 정공 수송성 화합물을 포함하는 제3 발광층을 갖고, 제2 인광성 화합물의 발광 파장은, 제1 인광성 화합물의 발광 파장보다도 장파장이고, 제3 인광성 화합물의 발광 파장은, 제2 인광성 화합물의 발광 파장보다도 장파장이고, 제1 호스트 재료의 삼중항 여기 에너지는, 제1 전자 수송성 화합물 및 제1 정공 수송성 화합물 중 어느 하나의 삼중항 여기 에너지 이상이고, 제1 전자 수송성 화합물 및 제1 정공 수송성 화합물의 삼중항 여기 에너지는, 제2 전자 수송성 화합물 및 제2 정공 수송성 화합물 중 어느 하나의 삼중항 여기 에너지 이상이고, 제1 발광층과 제2 발광층과 제3 발광층이 이 순서로 접하여 설치되어 있는 발광 소자이다.
- [0025] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 제1 전자 수송성 화합물과 제1 정공 수송성 화합물이, 여기 착체를 형성하고, 제2 전자 수송성 화합물과 제2 정공 수송성 화합물이, 여기 착체를 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.
- [0026] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 제1 호스트 재료는 전자 수송성 화합물이고, 제1 발광층은 제2 발광층의 음극측에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.
- [0027] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 제1 호스트 재료는 정공 수송성 화합물이고, 제1 발광층은 제2 발광층의 양극측에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.
- [0028] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 제1 발광층은, 제2 호스트 재료를 더 포함하고, 제2 호스트 재료는 정공 수송성 화합물이고, 제2 호스트 재료의 삼중항 여기 에너지는, 제1 전자 수송성 화합물 및 제1 정공 수송성 화합물 중 어느 하나의 삼중항 여기 에너지 이상인 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.
- [0029] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 제1 발광층은, 제2 호스트 재료를 더 포함하고, 제2 호스트 재료는 전자 수송성 화합물이고, 제2 호스트 재료의 삼중항 여기 에너지는, 제1 전자 수송성 화합물 및 제1 정공 수송성 화합물 중 어느 하나의 삼중항 여기 에너지 이상인 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.
- [0030] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 제1 호스트 재료와 제2 호스트 재료가, 여기 착체를 형성하는 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.
- [0031] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 제1 전자 수송성 화합물과 제2 전자 수송

성 화합물은 동일한 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.

- [0032] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 제1 정공 수송성 화합물과 제2 정공 수송성 화합물은 동일한 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.
- [0033] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 제1 전자 수송성 화합물과 제2 전자 수송성 화합물은 동일하고, 또한 제1 정공 수송성 화합물과 제2 정공 수송성 화합물은 동일한 것을 특징으로 하는 발광 소자이다.
- [0034] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 제2 발광층의 막 두께가 2nm 이상 20nm 이하인 발광 소자이다.
- [0035] 또한, 본 발명의 다른 구성은, 상기 구성을 갖는 발광 소자에 있어서, 제2 발광층의 막 두께가 5nm 이상 10nm 이하인 발광 소자이다.
- [0036] 또한, 본 발명의 다른 일 형태는, 상기 구성을 갖는 발광 소자를 구비한 발광 장치, 발광 표시 장치, 전자 기기 및 조명 장치이다.
- [0037] 또한, 본 명세서 중에 있어서의 발광 장치란, 발광 소자를 사용한 화상 표시 디바이스를 포함한다. 또한, 발광 장치에 커넥터, 예를 들어 이방 도전성 필름, TCP(Tape Carrier Package)가 장착된 모듈, TCP의 끝에 프린트 배선판이 설치된 모듈, 또는 발광 장치에 COG(Chip On Glass) 방식에 의해 IC(집적 회로)이 직접 실장된 모듈도 모두 발광 장치에 포함하는 것으로 한다. 또한, 조명 기구 등에 사용되는 발광 장치도 포함하는 것으로 한다.

발명의 효과

- [0038] 본 발명의 일 형태에서는, 발광 효율이 높은 발광 소자를 제공할 수 있다. 본 발명의 일 형태에서는, 상기 발광 소자를 사용함으로써, 소비 전력이 저감된 발광 장치, 발광 표시 장치, 전자 기기, 및 조명 장치 중 어느 하나를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0039] 도 1은 발광 소자의 개념도.
- 도 2는 발광 소자의 개념도.
- 도 3은 액티브 매트릭스형 발광 장치의 개념도.
- 도 4는 패시브 매트릭스형 발광 장치의 개념도.
- 도 5는 액티브 매트릭스형 발광 장치의 개념도.
- 도 6은 액티브 매트릭스형 발광 장치의 개념도.
- 도 7은 조명 장치의 개념도.
- 도 8은 전자 기기를 도시하는 도면.
- 도 9는 전자 기기를 도시하는 도면.
- 도 10은 조명 장치를 도시하는 도면.
- 도 11은 조명 장치를 도시하는 도면.
- 도 12는 차량 탑재 표시 장치 및 조명 장치를 도시하는 도면.
- 도 13은 전자 기기를 도시하는 도면.
- 도 14는 발광 소자(1)의 발광 스펙트럼.
- 도 15는 발광 소자(1)의 휘도-전류 효율 특성.
- 도 16은 발광 소자(1)의 휘도-외부 양자 효율 특성.
- 도 17은 발광 소자(1)의 전압-휘도 특성.

- 도 18은 발광 소자(1)의 휘도-파워 효율 특성.
- 도 19는 발광 소자(2) 및 발광 소자(3)의 발광 스펙트럼.
- 도 20은 발광 소자(2) 및 발광 소자(3)의 휘도-전류 효율 특성.
- 도 21은 발광 소자(2) 및 발광 소자(3)의 휘도-외부 양자 효율 특성.
- 도 22는 발광 소자(2) 및 발광 소자(3)의 전압-휘도 특성.
- 도 23은 발광 소자(2) 및 발광 소자(3)의 휘도-파워 효율 특성.
- 도 24는 발광 소자(4)의 발광 스펙트럼.
- 도 25는 발광 소자(4)의 휘도-전류 효율 특성.
- 도 26은 발광 소자(4)의 휘도-외부 양자 효율 특성.
- 도 27은 발광 소자(4)의 전압-휘도 특성.
- 도 28은 발광 소자(4)의 휘도-파워 효율 특성.
- 도 29는 발광 소자(4)의 규격화 휘도 시간 변화.
- 도 30은 35DCzPPy의 인광 스펙트럼.
- 도 31은 PCCP의 인광 스펙트럼.
- 도 32는 2mDBTPDBq-II의 인광 스펙트럼.
- 도 33은 PCBA1BP의 인광 스펙트럼.
- 도 34는 2mDBTBPDq-II의 인광 스펙트럼.
- 도 35는 PCBNBB의 인광 스펙트럼.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0040] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대해서 도면을 사용해서 상세하게 설명한다. 단, 본 발명은 이하의 설명에 한정되지 않고, 본 발명의 취지 및 그 범위로부터 이탈하지 않고 그 형태 및 상세를 다양하게 변경할 수 있는 것은 당업자라면 용이하게 이해된다. 따라서, 본 발명은 이하에 나타내는 실시 형태의 기재 내용에 한정해서 해석되는 것은 아니다.
- [0041] (실시 형태 1)
- [0042] 우선, 본 발명의 일 형태의 발광 소자의 동작 원리에 대해서 설명한다. 본 발명의 주지는, 제1 인광성 화합물과, 그 제1 인광성 화합물보다도 장파장의 발광을 나타내는 제2 인광성 화합물을 사용해서, 제1 인광성 화합물 및 제2 인광성 화합물의 양쪽을 효율적으로 발광시킴으로써, 고효율의 다색 발광 소자를 얻는다는 것이다.
- [0043] 인광성 화합물을 사용한 다색 발광 소자를 얻는 일반적인 방법으로서, 어떠한 호스트 재료 중에, 다른 발광색의 복수의 인광성 화합물을 적당한 비율로 분산하는 방법이 생각된다. 그러나 이러한 방법의 경우, 가장 장파장의 발광을 나타내는 인광성 화합물이 발광하기 쉬워져 버리기 때문에, 다색 발광을 얻기 위한 소자 구조(특히 호스트 재료 중 각 인광성 화합물의 농도)의 설계·제어는 매우 곤란하다.
- [0044] 다색 발광 소자를 얻는 다른 방법으로서, 다른 발광색의 발광 소자를 직렬로 적층하는, 소위 텐덤 구조를 들 수 있다. 예를 들어, 청색 발광 소자와, 녹색 발광 소자와, 적색 발광 소자의 3개를 직렬로 적층하여 동시에 발광 시키면, 용이하게 다색광(이 경우 백색광)이 얻어진다. 소자 구조도, 청, 녹, 적색의 각 소자를 각각으로 최적화하면 되므로, 그 설계·제어는 비교적 용이하다. 그러나, 3개의 소자를 적층하기 위해서, 층수는 증대하고, 제작은 번잡해진다. 또한, 각 소자의 접속부(소위 중간층)에서의 전기적 접촉에 문제가 발생하면, 구동 전압의 증대, 즉 전력 손실을 초래해 버리는 경우가 있다.
- [0045] 한편, 본 발명의 일 형태의 발광 소자는, 한 쌍의 전극 사이에, 제1 인광성 화합물과 제1 호스트 재료를 포함하는 제1 발광층과, 제1 인광성 화합물보다도 장파장의 발광을 나타내는 제2 인광성 화합물과 제1 전자 수송성 화합물과 제1 정공 수송성 화합물을 포함하는 제2 발광층이 적층된 발광 소자이다. 이때, 제1 호스트 재료의 삼

중항 여기 에너지는, 제1 전자 수송성 화합물과 제1 정공 수송성 화합물 중 어느 하나의 삼중항 여기 에너지보다 높고, 제1 발광층 및 제2 발광층은, 탠덤 구조와는 다르게, 서로 접하여 설치되어 있다.

[0046] 도 1에, 전술한 본 발명의 일 형태의 발광 소자의 소자 구조를 모식적으로 도시한다. 도 1에는 제1 전극(101), 제2 전극(102), EL층(103)이 기재되어 있다. EL층(103)에는 적어도 발광층(113)이 설치되어 있고, 그 외의 층에 대해서는 적절히 설치하면 된다. 도 1에 있어서는, 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 전자 수송층(114) 및 전자 주입층(115)이 설치되어 있는 구성을 임의로 나타내고 있다. 또한, 제1 전극(101)은 양극으로서 기능하고, 제2 전극(102)은 음극으로서 기능하는 것으로 한다.

[0047] 또한, 도 1의 (a), (b)는 상기 발광 소자에 있어서의 발광층(113)을 확대하여 도시한 도면이다. 도 1의 (a), (b)에는 제1 발광층(113a), 제2 발광층(113b), 그 2층을 맞춘 발광층(113), 제1 인광성 화합물(113Da), 제2 인광성 화합물(113Db), 제1 호스트 재료(113Ha1), 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁), 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂)이 나타나고 있다. 또한, 도 1의 (b)는 제1 발광층(113a)에 더욱 제2 호스트 재료(113Ha2)가 포함되어 있는 경우의 모식도이다. 또한, 제1 호스트 재료(113Ha1)와 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁)은 동일하거나 다른 재료라도 상관없고, 제2 호스트 재료(113Ha2)와 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂)도 동일하거나 다른 재료라도 상관없다. 또한, 제1 발광층(113a) 및 제2 발광층(113b)은 그 어느 쪽이 양극측이어도 되고 음극측이어도 된다. 또한, 제1 호스트 재료(113Ha1)와 제2 호스트 재료(113Ha2)는 어느 한쪽이 전자 수송성 화합물이고, 다른 쪽이 정공 수송성 화합물이다. 마찬가지로, 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁)과 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂)도 한쪽이 전자 수송성 화합물이고, 다른 쪽이 정공 수송성 화합물이다.

[0048] 발광층 내의 재결합 영역의 설정은, 각 발광층에 포함되는 제1 호스트 재료(113Ha1), 제2 호스트 재료(113Ha2), 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁) 및 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂)의 혼합 비율에 의해 조정할 수 있다. 제1 호스트 재료(113Ha1)와 제2 호스트 재료(113Ha2), 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁)과 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂)은, 전술한 바와 같이, 어느 한쪽이 전자 수송성 화합물, 다른 쪽이 정공 수송성 화합물이다. 그 때문에, 이들의 혼합비를 바꿈으로써, 각 발광층의 캐리어의 수송성을 조정할 수 있고, 결과적으로 재결합 영역의 제어를 간편하게 행할 수 있다.

[0049] 또한, 제2 발광층(113b)에서 직접 여기자가 생성하면, 제1 인광성 화합물(113Da)의 발광을 얻기 어렵기 때문에, 캐리어의 재결합 영역은, 제1 발광층(113a) 내부, 또는 제1 발광층(113a)과 제2 발광층(113b)의 계면 근방인 것이 바람직하다.

[0050] 이와 같이, 캐리어의 재결합 영역을 제1 발광층(113a)과 제2 발광층(113b)의 계면 근방으로 하기 위해서는, 제1 발광층(113a)이 양극측에 있는 경우에는, 제1 발광층(113a)을 정공 수송성으로, 음극측에 있는 경우에는 제1 발광층(113a)을 전자 수송성으로 하면 된다. 그리고, 제2 발광층(113b)을 각각 반대의 수송성으로 함으로써, 재결합 영역을 제1 발광층(113a)과 제2 발광층(113b)의 계면 근방으로 할 수 있다. 또한, 캐리어의 재결합 영역을 제1 발광층(113a) 내로 하기 위해서는, 전술한 구성을 기본으로 해서, 제1 발광층(113a)의 바이폴라성을 높이면 된다.

[0051] 도 1의 (a)와 같은 구성인 경우, 제1 발광층(113a)이 양극측에 있는 경우에는 제1 호스트 재료(113Ha1)를 정공 수송성으로, 음극측에 있는 경우에는 제1 호스트 재료(113Ha1)를 전자 수송성으로 해서, 제2 발광층(113b)은 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁) 및 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂)의 혼합 비율을 변화시킴으로써 제1 발광층(113a)과 반대인 캐리어 수송성으로 조정하면 된다.

[0052] 제2 발광층(113b) 및 도 1의 (b)에 도시된 바와 같은 제1 발광층(113a)인 경우에는, 발광층 내에 포함되는 전자 수송성 화합물과 정공 수송성 화합물의 혼합 비율을 변화시킴으로써 각각의 수송성을 조절할 수 있다.

[0053] 단, 재결합 영역이 제1 발광층(113a) 내부, 또는 제1 발광층과 제2 발광층의 계면인 경우, 이번에는 제1 인광성 화합물과 비교하여 제2 인광성 화합물(113Db)에 의한 발광 강도비가 작아져 버리는 경우가 있다. 따라서 본 발명의 일 형태에서는, 도 1의 (a)의 구성의 경우에는, 제1 호스트 재료(113Ha1)의 삼중항 여기 에너지가, 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁)과 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂) 중 어느 한쪽 또는 양쪽보다도 커지도록 재료의 조합을 선택한다. 이것에 의해, 캐리어의 재결합에 의한 삼중항 여기 에너지는, 그 일부가 제1 호스트 재료(113Ha1)로부터 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁)과 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂) 중 어느 한쪽 또는 양쪽

의 삼중항 여기 준위로 이동하여, 제2 인광성 화합물(113Db)을 발광시킬 수 있다.

[0054] 또한, 도 1의 (b)와 같이, 제1 발광층(113a)에 더욱 제2 호스트 재료(113Ha2)를 포함하는 경우에는, 제2 호스트 재료(113Ha2)의 삼중항 여기 에너지도, 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁)과 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂) 중 어느 한쪽 또는 양쪽보다도 커지도록 선택한다. 이것에 의해, 캐리어의 재결합에 의한 삼중항 여기 에너지는, 그 일부가 제2 호스트 재료(113Ha2)로부터 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁)과 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂) 중 어느 한쪽 또는 양쪽의 삼중항 여기 준위로 이동하여, 제2 인광성 화합물(113Db)을 발광시킬 수 있다.

[0055] 이와 같이, 캐리어의 재결합에 의해 생성되는 여기 에너지의 75%를 차지하는 삼중항 여기 에너지의 이동을 고려한 구성으로 함으로써, 제2 인광성 화합물(113Db)의 발광을 원하는 강도로 얻을 수 있다.

[0056] 한편, 제1 호스트 재료(113Ha1) 또는 제2 호스트 재료(113Ha2)의 일중항 여기 에너지가, 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁)과 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂)의 그것보다도 높은 경우에는, 텍스터 기구에 의해 이동이 일어난다. 또한, 이 경우, 제1 호스트 재료(113Ha1) 또는 제2 호스트 재료(113Ha2)가 형광 발광성이면, 펄스 기구에 의해서도 에너지 이동이 일어난다.

[0057] 여기서, 보다 발광 효율이 높은 발광 소자를 얻기 위해서, 인광성 화합물로의 에너지 이동에 대해서 생각한다. 본 설명에 있어서는, 인광성 화합물에 에너지를 부여하는 물질을 호스트 재료라 칭하기로 한다.

[0058] 캐리어의 재결합은, 호스트 재료와 인광성 화합물의 양쪽에서 행해지기 때문에, 발광 효율의 향상을 위해서는, 호스트 재료로부터 인광성 화합물로의 에너지 이동을 효율화할 필요가 있다. 호스트 재료로부터 인광성 화합물로의 에너지 이동에는 텍스터 기구, 펄스 기구의 2개의 기구가 제창되어 있다.

[0059] 호스트 분자로부터 게스트 분자로의 에너지 이동 효율 Φ_{ET} 는 하기 식으로 나타내진다. k_r 은 발광 과정(일중항 여기 상태에서부터의 에너지 이동을 논하는 경우에는 형광, 삼중항 여기 상태에서부터의 에너지 이동을 논하는 경우에는 인광)의 속도 상수를 나타내고, k_n 은 비발광 과정(열실활이나 항간 교차)의 속도 상수를 나타내고, τ 는 실측되는 여기 상태의 수명을 나타낸다.

수학식 1

$$\Phi_{ET} = \frac{k_{h^* \rightarrow g}}{k_r + k_n + k_{h^* \rightarrow g}} = \frac{k_{h^* \rightarrow g}}{\left(\frac{1}{\tau}\right) + k_{h^* \rightarrow g}}$$

[0060]

[0061] 우선, 상기 수학식에 의해, 에너지 이동 효율 Φ_{ET} 를 높게 하기 위해서는, 에너지 이동의 속도 상수 $k_{h^* \rightarrow g}$ 를, 다른 경합하는 속도 상수 $k_r + k_n (=1/\tau)$ 에 비해 훨씬 크게 하면 되는 것을 알 수 있다. 그리고, 그 에너지 이동의 속도 상수 $k_{h^* \rightarrow g}$ 를 크게 하기 위해서는, 펄스 기구, 텍스터 기구 중 어느쪽의 기구에 있어서도, 호스트 분자의 발광 스펙트럼(일중항 여기 상태에서부터의 에너지 이동을 논하는 경우에는 형광 스펙트럼, 삼중항 여기 상태에서부터의 에너지 이동을 논하는 경우에는 인광 스펙트럼)과 게스트 분자(제2 발광층에 있어서는 인광성 화합물)의 흡수 스펙트럼의 겹침이 큰 쪽이 좋다.

[0062] 여기서, 호스트 분자의 발광 스펙트럼과 인광성 화합물의 흡수 스펙트럼의 겹침을 고려하는 데 있어서, 인광성 화합물의 흡수 스펙트럼에 있어서의 가장 장파장(저에너지)측의 흡수대가 중요하다.

[0063] 인광성 화합물의 흡수 스펙트럼에 있어서, 가장 발광에 강하게 기여한다고 생각되는 흡수대는, 기저 상태에서부터 삼중항 여기 상태로의 직접 천이에 상당하는 흡수 파장 근방에 있고, 그것은 가장 장파장측에 나타나는 흡수대이다. 이로 인해, 호스트 재료의 발광 스펙트럼(형광 스펙트럼 및 인광 스펙트럼)은 인광성 화합물의 흡수 스펙트럼의 가장 장파장측의 흡수대와 겹치는 것이 바람직하다고 생각된다.

- [0064] 예를 들어, 유기 금속 착체, 특히 발광성의 이리듐 착체에 있어서, 가장 장파장측의 흡수대로서, 500 내지 600 nm 부근에 브로드한 흡수대가 나타나는 경우가 많다. 이 흡수대는, 주로 삼중항 MLCT(Metal to Ligand Charge Transfer) 천이에 유래한다. 단, 상기 흡수대에는 삼중항 $\pi-\pi^*$ 천이나 일중항 MLCT 천이에 유래하는 흡수대 일부 포함되고, 이들이 겹쳐서, 흡수 스펙트럼의 가장 장파장측에 브로드한 흡수대를 형성하고 있다고 생각된다. 따라서, 게스트 재료에, 유기 금속 착체(특히 이리듐 착체)를 사용할 때는, 이와 같이 가장 장파장측에 존재하는 브로드한 흡수대와, 호스트 재료의 발광 스펙트럼이 크게 겹치는 상태가 바람직하다.
- [0065] 여기에서 우선, 호스트 재료의 삼중항 여기 상태로부터의 에너지 이동을 생각해 보자. 전술한 논의로부터, 삼중항 여기 상태로부터의 에너지 이동에 있어서는, 호스트 재료의 인광 스펙트럼과 인광성 화합물의 가장 장파장측의 흡수대의 겹침이 커지면 된다.
- [0066] 그러나, 이때 문제가 되는 것은, 호스트 분자의 일중항 여기 상태로부터의 에너지 이동이다. 삼중항 여기 상태로부터의 에너지 이동 외에, 일중항 여기 상태로부터의 에너지 이동도 효율적으로 행하려면, 전술한 논의로부터, 호스트 재료의 인광 스펙트럼뿐만 아니라, 형광 스펙트럼도 게스트 재료의 가장 장파장측의 흡수대와 겹치도록 설계해야 한다. 바꾸어 말하면, 호스트 재료의 형광 스펙트럼이, 인광 스펙트럼과 동일한 위치에 오도록 호스트 재료를 설계하지 않으면, 호스트 재료의 일중항 여기 상태 및 삼중항 여기 상태의 양쪽으로부터의 에너지 이동을 효율적으로 행할 수는 없다는 것으로 된다.
- [0067] 그러나, 일반적으로, 일중항 여기 준위와 삼중항 여기 준위는 크게 다르기 때문에(일중항 여기 준위 > 삼중항 여기 준위), 형광의 발광 파장과 인광의 발광 파장도 크게 다르다(형광의 발광 파장 < 인광의 발광 파장). 예를 들어, 인광성 화합물을 사용한 발광 소자에 있어서 자주 사용되는 4,4'-디(N-카르바졸릴)비페닐(약칭:CBP)은 500nm 부근에 인광 스펙트럼을 갖지만, 한편으로 형광 스펙트럼은 400nm 부근이며, 100nm의 격차가 있다. 이 예에서 생각해 보더라도, 호스트 재료의 형광 스펙트럼이 인광 스펙트럼과 동일한 위치에 오도록 호스트 재료를 설계하는 것은, 매우 곤란하다.
- [0068] 또한, 어느 물질에 있어서의 일중항 여기 준위는, 삼중항 여기 준위보다도 에너지 준위가 높기 때문에, 형광 스펙트럼이 게스트 재료의 가장 장파장측의 흡수 스펙트럼에 근접하는 파장에 있는 호스트 재료의 삼중항 여기 준위는, 게스트 재료의 삼중항 여기 준위를 하회해 버린다.
- [0069] 여기서, 2종류의 재료를 포함해서 이루어지는 여기 상태인 여기 착체에 대해서 설명한다. 여기 착체의 형광 스펙트럼은, 2종류의 재료 중, 얇은 쪽의 HOMO 준위와 깊은 쪽의 LUMO 준위의 에너지 차에서 유래하는 발광을 나타내기 때문에, 원래의 물질 단체의 형광 스펙트럼보다 장파장측에 스펙트럼을 갖는 발광으로 된다. 이 때문에, 여기 착체를 형성하는 2개의 화합물의 삼중항 여기 에너지를 게스트 재료의 삼중항 여기 에너지보다 높게 유지한 채, 일중항 여기 상태로부터의 에너지 이동을 최대한 높일 수 있다.
- [0070] 또한, 여기 착체는 삼중항 여기 준위와 일중항 여기 준위가 근접해 있는 상태이기 때문에, 형광 스펙트럼과 인광 스펙트럼이 거의 동일 위치에 존재한다. 이로 인해, 게스트 분자의 일중항 기저 상태로부터 삼중항 여기 상태로의 천이에 상당하는 흡수(게스트 분자의 흡수 스펙트럼에 있어서의 가장 장파장측에 존재하는 브로드한 흡수대)에 여기 착체의 형광 스펙트럼 및 인광 스펙트럼의 양쪽을 크게 겹칠 수 있기 때문에, 에너지 이동 효율이 높은 발광 소자를 얻을 수 있다.
- [0071] 이와 같이, 제2 발광층에 있어서는, 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁)과, 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂)은 여기 착체를 형성하는 조합인 것이 바람직하다. 나아가서는, 제2 인광성 화합물(113Db)의 가장 저에너지측의 흡수대와, 상기 여기 착체의 발광 스펙트럼이 겹침으로써, 보다 발광 효율이 양호한 발광 소자를 얻을 수 있다. 또한, 제2 인광성 화합물(113Db)의 가장 저에너지측의 흡수대의 피크 파장과, 상기 여기 착체의 발광 스펙트럼의 피크 파장의 에너지 환산값의 차가 0.2eV 이하이면 스펙트럼끼리의 겹침이 커져서 바람직한 구성이다.
- [0072] 또한, 도 1의 (b)와 같은 구성인 경우에는, 제1 호스트 재료(113Ha1)와, 제2 호스트 재료(113Ha2)는 여기 착체를 형성하는 조합인 것이 바람직하다. 나아가서는, 제1 인광성 화합물의 가장 저에너지측의 흡수대와, 상기 여기 착체의 발광 스펙트럼이 겹침으로써, 보다 발광 효율이 양호한 발광 소자를 얻을 수 있다. 또한, 제1 인광성 화합물(113Da)의 가장 저에너지측의 흡수대의 피크 파장과, 상기 여기 착체의 발광 스펙트럼의 피크 파장의 에너지 환산값의 차가 0.2eV 이하이면 스펙트럼끼리의 겹침이 커져서 바람직한 구성이다.
- [0073] 여기 착체의 발광은, 전술한 바와 같이, 그 여기 착체를 구성하는 2종류의 물질 중, 얇은 쪽의 HOMO 준위와 깊은 쪽의 LUMO 준위의 에너지 차에 유래한다. 그 때문에, 여기 착체를 호스트로서 사용하면, 재료의 조합을 변

경합으로써, 발광 스펙트럼을 변화시킬 수 있기 때문에, 인광성 화합물의 장파장측의 흡수에 맞춘 발광을 용이하게 얻을 수 있다.

[0074] 또한, 제1 호스트 재료(113Ha1) 및 제2 호스트 재료(113Ha2)는, 제1 인광성 화합물(113Da)을 소광시키지 않도록, 그 제1 인광성 화합물(113Da)보다도 높은 삼중항 여기 에너지를 갖고 있는 것이 바람직하다. 또한, 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁)과 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂)은, 제2 인광성 화합물(113Db)을 소광시키지 않도록, 그 제2 인광성 화합물(113Db)보다도 높은 삼중항 여기 에너지를 갖고 있는 것이 바람직하다.

[0075] 이상과 같은 구성을 갖는 발광 소자는, 발광 효율이 높고, 또한, 밸런스 좋게 각각의 인광성 화합물로부터 발광을 얻는 것이 가능한 발광 소자로 할 수 있다.

[0076] 제1 호스트 재료(113Ha1), 제2 호스트 재료(113Ha2), 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁) 및 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂)로서 사용할 수 있는 전자 수송성 화합물 및 정공 수송성 화합물로서는, 이하와 같은 화합물을 들 수 있다. 또한, 제1 호스트 재료(113Ha1), 제2 호스트 재료(113Ha2)는 어느 한쪽이 전자 수송성 화합물이고, 다른 쪽이 정공 수송성 화합물이고, 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁) 및 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂)도 어느 한쪽이 전자 수송성 화합물이고, 다른 쪽이 정공 수송성 화합물이다. 또한, 이들 조합을 선택할 때, 여기 착체를 형성하는 조합을 선택하는 것이 바람직하다.

[0077] 전자 수송성 화합물로서는, 비스(10-히드록시벤조[h]퀴놀리나토)베릴륨(II)(약칭:BeBq), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)(4-페닐페놀라토)알루미늄(III)(약칭:BA1q), 비스(8-퀴놀리놀라토)아연(II)(약칭:Znq), 비스[2-(2-벤조옥사졸릴)페놀라토]아연(II)(약칭:ZnPBO), 비스[2-(2-벤조티아졸릴)페놀라토]아연(II)(약칭:ZnBTZ) 등의 금속 착체나, 2-(4-비페닐릴)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭:PBD), 3-(4-비페닐릴)-4-페닐-5-(4-tert-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭:TAZ), 1,3-비스[5-(p-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭:OXD-7), 9-[4-(5-페닐-1,3,4-옥사디아졸-2-일)페닐]-9H-카르바졸(약칭:CO11), 2,2',2''-(1,3,5-벤젠트리일)트리스(1-페닐-1H-벤즈이미다졸)(약칭:TPBI), 2-[3-(디벤조티오펜-4-일)페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸(약칭:mDBTBIIm-II) 등의 폴리 아졸 골격을 갖는 복소환 화합물이나, 2-[3-(디벤조티오펜-4-일)페닐]디벤조[f,h]퀴녹살린(약칭:2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(디벤조티오펜-4-일)비페닐-3-일]디벤조[f,h]퀴녹살린(약칭:2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(9H-카르바졸-9-일)비페닐-3-일]디벤조[f,h]퀴녹살린(약칭:2mCzBPDBq), 4,6-비스[3-(페난트렌-9-일)페닐]피리미딘(약칭:4,6mPnP2Pm), 4,6-비스[3-(4-디벤조티오펜)페닐]피리미딘(약칭:4,6mDBTP2Pm-II) 등의 디아진 골격을 갖는 복소환 화합물이나, 3,5-비스[3-(9H-카르바졸-9-일)페닐]피리딘(약칭:35DCzPPy), 1,3,5-트리[(3-피리딜)-펜-3-일]벤젠(약칭:TmPyPB) 등의 피리딘 골격을 갖는 복소환 화합물을 들 수 있으며, π 전자 부족형 복소 방향족 화합물이 바람직하다. 전술한 것 중에서도, 디아진 골격을 갖는 복소환 화합물이나 피리딘 골격을 갖는 복소환 화합물은, 신뢰성이 양호하여 바람직하다. 특히, 디아진(피리미딘이나 피라진) 골격을 갖는 복소환 화합물은, 전자 수송성이 높아, 구동 전압 저감에도 기여한다.

[0078] 정공 수송성 화합물은, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭:NPB), N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민(약칭:TPD), 4,4'-비스[N-(스피로-9,9'-비플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]비페닐(약칭:BSPB), 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트리페닐아민(약칭:BPAFLP), 4-페닐-3'-(9-페닐플루오렌-9-일)트리페닐아민(약칭:mBPAFLP), 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭:PCBA1BP), 4,4'-디페닐-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭:PCBBi1BP), 4-(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)-트리페닐아민(약칭:PCBANB), 4,4'-디(1-나프틸)-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭:PCBNBB), 9,9-디메틸-N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)페닐]-플루오렌-2-아민(약칭:PCBAF), N-페닐-N-[4-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)페닐]-스피로-9,9'-비플루오렌-2-아민(약칭:PCBASF) 등의 방향족 아민 골격을 갖는 화합물이나, 1,3-비스(N-카르바졸릴)벤젠(약칭:mCP), 4,4'-디(N-카르바졸릴)비페닐(약칭:CBP), 3,6-비스(3,5-디페닐페닐)-9-페닐카르바졸(약칭:CzTP), 3,3'-비스(9-페닐-9H-카르바졸)(약칭:PCCP) 등의 카르바졸 골격을 갖는 화합물이나, 4,4',4'-(벤젠-1,3,5-트리일)트리(디벤조티오펜)(약칭:DBT3P-II), 2,8-디페닐-4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]디벤조티오펜(약칭:DBTFLP-III), 4-[4-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]-6-페닐디벤조티오펜(약칭:DBTFLP-IV) 등의 티오펜 골격을 갖는 화합물이나, 4,4',4'-(벤젠-1,3,5-트리일)트리(디벤조푸란)(약칭:DBF3P-II), 4-[3-[3-(9-페닐-9H-플루오렌-9-일)페닐]페닐]디벤조푸란(약칭:mmDBF FLBi-II) 등의 푸란 골격을 갖는 화합물을 들 수 있으며, π 전자 과잉형 복소 방향족 화합물이 바람직하다. 전술한 것 중에서도, 방향족 아민 골격을 갖는 화합물이나 카르바졸 골격을 갖는 화합물은, 신뢰성이 양호하고, 또한 정공 수송성이 높아, 구동 전압 저감에도 기여하기

때문에 바람직하다.

- [0079] 이상과 같은 구성을 갖는 발광 소자는, 발광 효율이 양호하고, 또한 복수의 발광 물질로부터의 발광을 얻는 것이 가능한 발광 소자이다. 또한 상기 발광 소자는, 탠덤형과는 다르기 때문에, 제조 공정도 번잡화하지 않고, 또한, 중간층에 의한 전력의 손실도 작다. 또한, 백색 발광 소자로서의 이용 가치도 높다.
- [0080] 또한, 도 1의 (c), (d)와 같이, 발광층(113)을 제1 발광층(113a), 제2 발광층(113b), 제3 발광층(113c)의 3층으로 형성해도 된다. 이 때 제1 발광층(113a)과, 제2 발광층(113b)의 관계는 전술한 바와 같다.
- [0081] 제3 발광층(113c)에는, 제3 인광성 화합물(113Dc), 제3 캐리어 수송성 화합물(113H₃) 및 제4 캐리어 수송성 화합물(113H₄)이 포함된다. 제3 인광성 화합물(113Dc)의 발광 파장은, 제2 인광성 화합물(113Db)보다도 장파장이다. 또한, 제3 캐리어 수송성 화합물(113H₃)과 제4 캐리어 수송성 화합물(113H₄)은 어느 한쪽이 전자 수송성 화합물이고, 다른 쪽이 정공 수송성 화합물이다. 이들 제3 캐리어 수송성 화합물(113H₃)과 제4 캐리어 수송성 화합물(113H₄)로서 사용할 수 있는 화합물은, 전술한 제1 호스트 재료(113Ha1), 제2 호스트 재료(113Ha2), 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁) 및 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂)로서 사용할 수 있는 화합물로서 예를 든 화합물을 사용할 수 있다.
- [0082] 제3 캐리어 수송성 화합물(113H₃)과 제4 캐리어 수송성 화합물(113H₄)은, 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁)과 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂)이나, 제1 호스트 재료(113Ha1)와 제2 호스트 재료(113Ha2)와 마찬가지로의 이유에 의해, 여기 착체를 형성하는 것이 바람직하다. 또한, 여기 착체로부터 제3 인광성 화합물(113Dc)로의 에너지 이동을 최적화하기 위해서, 상기 여기 착체의 발광 스펙트럼과, 제3 인광성 화합물(113Dc)의 가장 장파장측의 흡수대가 겹쳐 있는 것이 바람직하다. 또한, 제3 인광성 화합물(113Dc)의 가장 저에너지측의 흡수대의 피크 파장과, 상기 여기 착체의 발광 스펙트럼의 피크 파장의 에너지 환산값의 차가 0.2eV 이하이면 스펙트럼끼리의 겹침이 커져서 바람직한 구성이다. 또한, 제3 캐리어 수송성 화합물(113H₃)과 제4 캐리어 수송성 화합물(113H₄)은 제3 인광성 화합물(113Dc)을 소광시키지 않도록, 그 제3 인광성 화합물(113Dc)보다도 높은 삼중항 여기 에너지를 갖고 있는 것이 바람직하다.
- [0083] 제3 발광층(113c)은 제1 발광층(113a) 내, 또는 제1 발광층(113a)과 제2 발광층(113b)의 계면 근방의 재결합 영역에서의 재결합 에너지가 제2 발광층(113b)을 개재해서 이동함으로써 발광한다. 이 때문에, 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁) 및 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂)의 삼중항 여기 에너지는, 제3 캐리어 수송성 화합물(113H₃)과 제4 캐리어 수송성 화합물(113H₄) 중 어느 한쪽의 삼중항 여기 에너지보다도 큰 것이 바람직하다.
- [0084] 또한, 재결합 영역을 제1 발광층(113a) 내, 또는 제1 발광층(113a)과 제2 발광층(113b)의 계면 근방으로 하기 위해서, 제3 발광층(113c)의 수송성은, 제2 발광층(113b)의 수송성과 동일한 것이 바람직하다. 또한, 제3 캐리어 수송성 화합물(113H₃)과 제4 캐리어 수송성 화합물(113H₄)을 구성하는 전자 수송성 화합물과 정공 수송성 화합물은, 어느 한쪽 또는 양쪽이 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁)과 제2 캐리어 수송성 화합물(113H₂)을 구성하는 전자 수송성 화합물과 정공 수송성 화합물의 한쪽 또는 양쪽과 동일해도 된다. 이에 의해, 각 층을 구성하는 재료가 공통화되어, 비용적으로 유리해진다.
- [0085] 도 1의 (c), (d)의 발광층(113)의 구성을 갖는 도 1의 발광 소자는, 제1 발광층(113a)이 양극층에 형성되어 있어도 되고, 음극층에 형성되어 있어도 된다.
- [0086] 제1 발광층(113a)이 양극층에 형성되어 있는 경우, 제1 발광층(113a)은 정공 수송성의 층이며, 제2 발광층(113b) 및 제3 발광층(113c)은 전자 수송성의 층인 것이 바람직하다. 제1 발광층의 수송성은, 도 1의 (c)의 구성인 경우에는 제1 호스트 재료(113Ha1)를 정공 수송성의 재료로 하면 된다. 또한, 도 1의 (d)의 구성인 경우에는, 제1 호스트 재료(113Ha1)와 제2 호스트 재료(113Ha2)(즉 전자 수송성 화합물과 정공 수송성 화합물)의 혼합비를 바꿈으로써 조정할 수 있다. 제2 발광층(113b) 및 제3 발광층(113c)에 있어서도, 마찬가지로 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁) 내지 제4 캐리어 수송성 화합물(113H₄)의 혼합비를 바꿈으로써 원하는 수송성을 갖는 발광층으로 할 수 있다.
- [0087] 또한, 제1 발광층(113a)이 음극층에 형성되어 있는 경우, 제1 발광층(113a)은 전자 수송성의 층이며, 제2 발광층(113b) 및 제3 발광층(113c)은 정공 수송성의 층인 것이 바람직하다. 제1 발광층(113a)의 수송성은, 도 1의

(c)의 구성인 경우에는 제1 호스트 재료(113Ha1)를 전자 수송성이 재료로 하면 된다. 또한, 도 1의 (d)의 구성인 경우에는, 제1 호스트 재료(113Ha1)와 제2 호스트 재료(113Ha2)(즉 전자 수송성 화합물과 정공 수송성 화합물)의 혼합비를 바꿈으로써 조정할 수 있다. 제2 발광층(113b) 및 제3 발광층(113c)에 있어서도, 마찬가지로 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁) 내지 제4 캐리어 수송성 화합물(113H₄)의 혼합비를 바꿈으로써 원하는 수송성을 갖는 발광층으로 할 수 있다.

[0088] 또한, 제2 발광층(113b)을 거쳐서 에너지 이동하기 때문에, 제2 발광층(113b)의 막 두께가 너무 두꺼우면 제3 발광층(113c)까지 에너지 이동이 일어나지 않고, 제3 인광성 화합물(113Dc)으로부터의 발광을 얻을 수 없기 때문에, 제3 발광층(113c)으로부터의 발광을 얻기 위해서는, 제2 발광층(113b)의 막 두께는 2nm 내지 20nm이 바람직하고, 보다 바람직하게는 5nm 내지 10nm이다.

[0089] 또한, 도 1의 (c), (d)와 같은 발광층(113)의 구성을 갖는 본 실시 형태에 있어서의 발광 소자는, 제1 인광성 화합물(113Da)을 청색계의 발광을 나타내는 화합물, 제2 인광성 화합물(113Db)을 녹색계의 발광을 나타내는 화합물, 제3 인광성 화합물(113Dc)을 적색계의 발광을 나타내는 화합물로 함으로써, 양호한 백색 발광(예를 들어 JIS의 조명 규격에 합치하는 백색 발광)을 얻을 수 있다. 또한 이러한 백색 발광은 연색성도 높다. 또한, 이러한 백색 발광 소자는 조명으로서의 이용에 매우 적합하다.

[0090] 이상과 같은 구성을 갖는 발광 소자는, 복수의 발광 물질을 사용한 발광 소자로서, 발광 효율이 양호한 발광 소자로 할 수 있다. 또한, 상기 복수의 발광 물질로부터의 발광을 밸런스 좋게 얻는 것이 가능한 발광 소자로 할 수 있다.

[0091] (실시 형태 2)

[0092] 본 실시 형태에서는 실시 형태 1에서 설명한 발광 소자의 상세한 구조의 예에 대해서 도 1을 사용해서 이하에 설명한다.

[0093] 본 실시 형태에 있어서의 발광 소자는, 한 쌍의 전극 사이에 복수의 층을 포함해서 이루어지는 EL층을 갖는다. 본 실시 형태에 있어서, 발광 소자는, 제1 전극(101)과, 제2 전극(102)과, 제1 전극(101)과 제2 전극(102) 사이에 설치된 EL층(103)으로 구성되어 있다. 또한, 본 형태에서는 제1 전극(101)은 양극으로서 기능하고, 제2 전극(102)은 음극으로서 기능하는 것으로서, 이하 설명을 한다. 즉, 제1 전극(101)쪽이 제2 전극(102)보다도 전위가 높아지도록, 제1 전극(101)과 제2 전극(102)에 전압을 인가했을 때에, 발광이 얻어지는 구성으로 되어 있다.

[0094] 제1 전극(101)은 양극으로서 기능하기 때문에, 일함수가 큰(구체적으로는 4.0eV 이상) 금속, 합금, 도전성 화합물 및 이들의 혼합물 등을 사용해서 형성하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 예를 들어 산화 인듐-산화 주석(ITO: Indium Tin Oxide), 규소 또는 산화 규소를 함유한 산화 인듐-산화 주석, 산화 인듐-산화 아연, 산화 텅스텐 및 산화 아연을 함유한 산화 인듐(IWZO) 등을 들 수 있다. 이들 도전성 금속 산화물막은, 통상 스퍼터링법에 의해 성막되지만, 졸-겔법 등을 응용하여 제작해도 상관없다. 제작 방법의 예로서는, 산화 인듐-산화 아연은, 산화 인듐에 대해 1 내지 20wt%의 산화 아연을 첨가한 타깃을 사용해서 스퍼터링법에 의해 형성하는 방법 등이 있다. 또한, 산화 텅스텐 및 산화 아연을 함유한 산화 인듐(IWZO)은 산화 인듐에 대해서 산화 텅스텐을 0.5 내지 5wt%, 산화 아연을 0.1 내지 1wt% 함유한 타깃을 사용해서 스퍼터링법에 의해 형성할 수도 있다. 이 외에, 금(Au), 백금(Pt), 니켈(Ni), 텅스텐(W), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 철(Fe), 코발트(Co), 구리(Cu), 팔라듐(Pd) 또는 금속 재료의 질화물(예를 들어, 질화 티타늄) 등을 들 수 있다. 그래핀도 사용할 수 있다. 또한, 후술하는 복합 재료를 EL층(103)에 있어서의 제1 전극(101)과 접하는 층에 사용함으로써 일함수에 상관없이, 전극 재료를 선택할 수 있게 된다.

[0095] EL층(103)의 적층 구조에 대해서는, 발광층(113)이 실시 형태 1에 도시된 바와 같은 구성으로 되어 있으면 그 외에는 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층, 전자 주입층, 캐리어 블록층 등을 적절히 조합하여 구성할 수 있다. 본 실시 형태에서는, EL층(103)은 제1 전극(101) 위에 차례로 적층한 정공 주입층(111), 정공 수송층(112), 발광층(113), 전자 수송층(114), 전자 주입층(115)을 갖는 구성에 대해서 설명한다. 각 층을 구성하는 재료에 대해서 이하에 구체적으로 나타낸다.

[0096] 정공 주입층(111)은 정공 주입성이 높은 물질을 포함하는 층이다. 몰리브덴 산화물이나 바나듐 산화물, 루테튬 산화물, 텅스텐 산화물, 망간 산화물 등을 사용할 수 있다. 이 외에, 프탈로시아닌(약칭:H₂Pc)이나 구리 프탈로시아닌(약칭:CuPC) 등의 프탈로시아닌계의 화합물, 4,4'-비스[N-(4-디페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]비페닐

(약칭:DPAB), N,N'-비스{4-[비스(3-메틸페닐)아미노]페닐}-N,N'-디페닐-(1,1'-비페닐)-4,4'-디아민(약칭:DNTPD) 등의 방향족 아민 화합물, 또는 폴리(에틸렌디옥시티오펜)/폴리(스티렌술폰산)(약칭:PEDOT/PSS) 등의 고분자 등에 의해서도 정공 주입층(111)을 형성할 수 있다.

[0097] 또한, 정공 주입층(111)으로서, 정공 수송성의 물질에 엑셉터성 물질을 함유시킨 복합 재료를 사용할 수 있다. 또한, 정공 수송성의 물질에 엑셉터성 물질을 함유시킨 것을 사용함으로써, 전극의 일함수에 따르지 않고 전극을 형성하는 재료를 선택할 수 있다. 즉, 제1 전극(101)으로서 일함수가 큰 재료뿐만 아니라, 일함수가 작은 재료도 사용할 수 있게 된다. 엑셉터성 물질로서는, 7,7,8,8-테트라시아노-2,3,5,6-테트라플루오로퀴노디메탄(약칭:F₄-TCNQ), 클로라닐 등을 들 수 있다. 또한, 전이 금속 산화물을 들 수 있다. 또한 원소 주기율표에 있어서의 제4족 내지 제8족에 속하는 금속의 산화물을 들 수 있다. 구체적으로는, 산화 바나듐, 산화 니오븀, 산화 탄탈, 산화 크롬, 산화 몰리브덴, 산화 텅스텐, 산화 망간, 산화 레늄은 전자 수용성이 높기 때문에 바람직하다. 그 중에서도 특히, 산화 몰리브덴은 대기 중에서도 안정되고, 흡습성이 낮으며, 취급하기 쉽기 때문에 바람직하다.

[0098] 복합 재료에 사용하는 정공 수송성의 물질로서는, 방향족 아민 화합물, 카르바졸 유도체, 방향족 탄화 수소, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 중합체 등) 등, 다양한 유기 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 복합 재료에 사용하는 유기 화합물로서는, 정공 수송성이 높은 유기 화합물인 것이 바람직하다. 구체적으로는, 10⁻⁶ cm²/Vs 이상의 정공 이동도를 갖는 물질인 것이 바람직하다. 이하에서는, 복합 재료에 있어서의 정공 수송성의 물질로서 사용할 수 있는 유기 화합물을 구체적으로 열거한다.

[0099] 예를 들어, 방향족 아민 화합물로서는, N,N'-디(p-톨릴)-N,N'-디페닐-p-페닐렌디아민(약칭:DTDPPA), 4,4'-비스[N-(4-디페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]비페닐(약칭:DPAB), N,N'-비스{4-[비스(3-메틸페닐)아미노]페닐}-N,N'-디페닐-(1,1'-비페닐)-4,4'-디아민(약칭:DNTPD), 1,3,5-트리스[N-(4-디페닐아미노페닐)-N-페닐아미노]벤젠(약칭:DPA3B) 등을 들 수 있다.

[0100] 복합 재료에 사용할 수 있는 카르바졸 유도체로서는, 구체적으로는, 3-[N-(9-페닐카르바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카르바졸(약칭:PCzPCA1), 3,6-비스[N-(9-페닐카르바졸-3-일)-N-페닐아미노]-9-페닐카르바졸(약칭:PCzPCA2), 3-[N-(1-나프틸)-N-(9-페닐카르바졸-3-일)아미노]-9-페닐카르바졸(약칭:PCzPCN1) 등을 들 수 있다.

[0101] 또한, 복합 재료에 사용할 수 있는 카르바졸 유도체로서는, 이 외에, 4,4'-디(N-카르바졸릴)비페닐(약칭:CBP), 1,3,5-트리스[4-(N-카르바졸릴)페닐]벤젠(약칭:TCBP), 9-[4-(10-페닐-9-안트릴)페닐]-9H-카르바졸(약칭:CzPA), 1,4-비스[4-(N-카르바졸릴)페닐]-2,3,5,6-테트라페닐벤젠 등을 사용할 수 있다.

[0102] 또한, 복합 재료에 사용할 수 있는 방향족 탄화 수소로서는, 예를 들어 2-tert-부틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭:t-BuDNA), 2-tert-부틸-9,10-디(1-나프틸)안트라센, 9,10-비스(3,5-디페닐페닐)안트라센(약칭:DPPA), 2-tert-부틸-9,10-비스(4-페닐페닐)안트라센(약칭:t-BuDBA), 9,10-디(2-나프틸)안트라센(약칭:DNA), 9,10-디페닐안트라센(약칭:DPAnth), 2-tert-부틸안트라센(약칭:t-BuAnth), 9,10-비스(4-메틸-1-나프틸)안트라센(약칭:DMNA), 2-tert-부틸-9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 9,10-비스[2-(1-나프틸)페닐]안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-디(1-나프틸)안트라센, 2,3,6,7-테트라메틸-9,10-디(2-나프틸)안트라센, 9,9'-비안트릴, 10,10'-디페닐-9,9'-비안트릴, 10,10'-비스(2-페닐페닐)-9,9'-비안트릴, 10,10'-비스[(2,3,4,5,6-펜타페닐)페닐]-9,9'-비안트릴, 안트라센, 테트라센, 루브렌, 페릴렌, 2,5,8,11-테트라(tert-부틸)페릴렌 등을 들 수 있다. 또한, 이 외에, 펜타센, 코로넨 등도 사용할 수 있다. 이와 같이, 1×10⁻⁶ cm²/Vs 이상의 정공 이동도를 갖고, 탄소수 14 내지 42인 방향족 탄화 수소를 사용하는 것이 보다 바람직하다.

[0103] 또한, 복합 재료에 사용할 수 있는 방향족 탄화 수소는, 비닐 골격을 갖고 있어도 된다. 비닐기를 갖고 있는 방향족 탄화 수소로서는, 예를 들어 4,4'-비스(2,2-디페닐비닐)비페닐(약칭:DPVBi), 9,10-비스[4-(2,2-디페닐비닐)페닐]안트라센(약칭:DPVPA) 등을 들 수 있다.

[0104] 또한, 폴리(N-비닐카르바졸)(약칭:PVK)이나 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭:PVTTPA), 폴리[N-(4-{N'-[4-(4-디페닐아미노)페닐]페닐-N'-페닐아미노}페닐)메타크릴아미드](약칭:PTPDMA), 폴리[N,N'-비스(4-부틸페닐)-N,N'-비스(페닐)벤지딘](약칭:Poly-TPD) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다.

[0105] 정공 주입층을 형성함으로써, 정공의 주입성이 양호해지고, 구동 전압이 작은 발광 소자를 얻는 것이 가능해진다.

- [0106] 정공 수송층(112)은 정공 수송성의 물질을 포함하는 층이다. 정공 수송성의 물질로서는, 예를 들어, 4,4'-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐아미노]비페닐(약칭:NPB)이나 N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민(약칭:TPD), 4,4',4"-트리스(N,N'-디페닐아미노)트리페닐아민(약칭:TDATA), 4,4',4"-트리스[N-(3-메틸페닐)-N-페닐아미노]트리페닐아민(약칭:MTDATA), 4,4'-비스[N-(스피로-9,9'-비플루오렌-2-일)-N-페닐아미노]비페닐(약칭:BSPB), 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트리페닐아민(약칭:BPAFLP) 등의 방향족 아민 화합물 등을 사용할 수 있다. 여기에 설명한 물질은, 정공 수송성이 높아, 주로 10^{-6} cm²/Vs 이상의 정공 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 전술한 복합 재료에 있어서의 정공 수송성의 물질로서 예로 든 유기 화합물도 정공 수송층(112)에 사용할 수 있다. 또한, 폴리(N-비닐카르바졸)(약칭:PVK)이나 폴리(4-비닐트리페닐아민)(약칭:PVTPTA) 등의 고분자 화합물을 사용할 수도 있다. 또한, 정공 수송성의 물질을 포함하는 층은, 단층의 것뿐만 아니라, 상기 물질을 포함해서 이루어지는 층이 2층 이상 적층한 것으로 해도 된다.
- [0107] 발광층(113)은 실시 형태 1에서 설명한 바와 같은 구성을 갖고 있다. 이 때문에, 본 실시 형태에 있어서의 발광 소자는 발광 효율이 양호하며, 포함되는 복수의 인광성 화합물로부터 밸런스 좋게 발광이 얻어진다. 발광층(113)의 주된 구성에 대해서는 실시 형태 1의 기재를 참조하기 바란다.
- [0108] 발광층(113)에 있어서, 제1 인광성 화합물(113Da) 내지 제3 인광성 화합물(113Dc)로서 사용하는 것이 가능한 재료로서는, 실시 형태 1에서 설명한 바와 같은 관계를 갖는 조합이면, 특별히 한정은 없다. 제1 인광성 화합물(113Da) 내지 제3 인광성 화합물(113Dc)로서는 예를 들어, 이하와 같은 것을 들 수 있다.
- [0109] 트리스{2-[5-(2-메틸페닐)-4-(2,6-디메틸페닐)-4H-1,2,4-트리아졸-3-일-κN2]페닐-κC}이리듐(III)(약칭:Ir(mpp tz-dmp)₃), 트리스(5-메틸-3,4-디페닐-4H-1,2,4-트리아졸라토)이리듐(III)(약칭:Ir(Mptz)₃), 트리스[4-(3-비페닐)-5-이소프로필-3-페닐-4H-1,2,4-트리아졸라토]이리듐(III)(약칭:Ir(iPrptz-3b)₃)과 같은 4H-트리아졸 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스[3-메틸-1-(2-메틸페닐)-5-페닐-1H-1,2,4-트리아졸라토]이리듐(III)(약칭:Ir(Mptz1-mp)₃), 트리스(1-메틸-5-페닐-3-프로필-1H-1,2,4-트리아졸라토)이리듐(III)(약칭:Ir(Prptz1-Me)₃)과 같은 1H-트리아졸 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체나, fac-트리스[1-(2,6-디이소프로필페닐)-2-페닐-1H-이미다졸]이리듐(III)(약칭:Ir(iPrpmi)₃), 트리스[3-(2,6-디메틸페닐)-7-메틸이미다조[1,2-f]페난트리디나토]이리듐(III)(약칭:Ir(dmpimpt-Me)₃)과 같은 이미다졸 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체나, 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디나토-N,C^{2'}]이리듐(III)테트라키스(1-피라졸릴)보레이트(약칭:FIr6), 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디나토-N,C^{2'}]이리듐(III)피콜리네이트(약칭:FIrpic), 비스[2-(3',5'-비스트리플루오로메틸페닐)피리디나토-N,C^{2'}]이리듐(III)피콜리네이트(약칭:Ir(CF₃ppy)₂(pic)), 비스[2-(4',6'-디플루오로페닐)피리디나토-N,C^{2'}]이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭:FIracac)와 같은 전자 흡인기를 갖는 페닐피리딘 유도체를 배위자로 하는 유기 금속 이리듐 착체를 들 수 있다. 이들은 청색의 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 440nm 내지 520nm로 발광의 피크를 갖는 화합물이다. 전술한 것 중에서도, 4H-트리아졸, 1H-트리아졸, 이미다졸과 같은 폴리아졸 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체는, 정공 트랩성이 높다. 따라서, 이들 화합물을 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 있어서의 제1 인광성 화합물로서 사용하고, 또한 제1 발광층이 제2 발광층보다도 음극측에 설치되고, 또한 제2 발광층이 정공 수송성인 경우(구체적으로는, 제2 호스트 재료가 정공 수송 재료인 경우), 캐리어의 재결합 영역을 제1 발광층 내에 제어하는 것이 용이해지기 때문에 바람직하다. 또한, 4H-트리아졸 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체는, 신뢰성이나 발광 효율도 우수하기 때문에, 특히 바람직하다.
- [0110] 또한, 트리스(4-메틸-6-페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭:Ir(mppm)₃), 트리스(4-t-부틸-6-페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭:Ir(tBuppm)₃), (아세틸아세토나토)비스(6-메틸-4-페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭:Ir(mppm)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스(6-tert-부틸-4-페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭:Ir(tBuppm)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스[6-(2-노르보르닐)-4-페닐피리미디나토]이리듐(III)(약칭:Ir(nbppm)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스[5-메틸-6-(2-메틸페닐)-4-페닐피리미디나토]이리듐(III)(약칭:Ir(mppmm)₂(acac)), (아세틸아세토나토)비스(4,6-디페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭:Ir(dppm)₂(acac))과 같은 피리미딘 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체나, (아세틸아세토나토)비스(3,5-디메틸-2-페닐피리디나토)이리듐(III)(약칭:Ir(mppr-Me)₂(acac)),

(아세틸아세토나토)비스(5-이소프로필-3-메틸-2-페닐피리디나토)이리듐(III)(약칭:Ir(mppr-iPr)₂(acac))과 같은 피라진 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스(2-페닐피리디나토-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭:Ir(ppy)₃), 비스(2-페닐피리디나토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭:Ir(ppy)₂(acac)), 비스(벤조[h]퀴놀리나토)이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭:Ir(bzq)₂(acac)), 트리스(벤조[h]퀴놀리나토)이리듐(III)(약칭:Ir(bzq)₃), 트리스(2-페닐퀴놀리나토-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭:Ir(pq)₃), 비스(2-페닐퀴놀리나토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭:Ir(pq)₂(acac))과 같은 피리딘 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체 외에, 트리스(아세틸아세토나토)(모노페난트롤린)테르븀(III)(약칭:Tb(acac)₃(Phen))과 같은 희토류 금속 착체를 들 수 있다. 이들은 주로 녹색의 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 500nm 내지 600nm에 발광의 피크를 갖는다. 전술한 것 중에서도, 피리미딘, 피라진과 같은 디아진 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체는, 정공 트랩성이 약하고, 전자 트랩성이 높다. 따라서, 이들 화합물을 본 발명의 일 형태의 발광 소자에 있어서의 제1 인광성 화합물로서 사용하고, 또한 제1 발광층이 제2 발광층보다도 양극측에 설치되고, 또한 제2 발광층이 전자 수송성인 경우(구체적으로는, 제2 호스트 재료가 전자 수송 재료인 경우), 캐리어의 재결합 영역을 제1 발광층 내에 제어하는 것이 용이해지기 때문에 바람직하다. 또한, 피리미딘 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체는, 신뢰성이나 발광 효율에도 뛰어나게 우수하기 때문에, 특히 바람직하다.

[0111] 또한, (디이소부틸메타나토)비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디나토]이리듐(III)(약칭:Ir(5mdppm)₂(dibm)), 비스[4,6-비스(3-메틸페닐)피리미디나토](디피발로일메타나토)이리듐(III)(약칭:Ir(5mdppm)₂(dpm)), 비스[4,6-디(나프탈렌-1-일)피리미디나토](디피발로일메타나토)이리듐(III)(약칭:Ir(d1npm)₂(dpm))과 같은 피리미딘 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체나, (아세틸아세토나토)비스(2,3,5-트리페닐피리디나토)이리듐(III)(약칭:Ir(tppr)₂(acac)), 비스(2,3,5-트리페닐피리디나토)(디피발로일메타나토)이리듐(III)(약칭:Ir(tppr)₂(dpm)), (아세틸아세토나토)비스[2,3-비스(4-플루오로페닐)퀴놀살리나토]이리듐(III)(약칭:Ir(Fdpq)₂(acac))과 같은 피라진 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체나, 트리스(1-페닐이소퀴놀리나토-N,C^{2'})이리듐(III)(약칭:Ir(piq)₃), 비스(1-페닐이소퀴놀리나토-N,C^{2'})이리듐(III)아세틸아세토네이트(약칭:Ir(piq)₂(acac))와 같은 피리딘 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체 외에, 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-21H,23H-포르피린 백금(II)(약칭:PtOEP)과 같은 백금 착체나, 트리스(1,3-디페닐-1,3-프로판디오나토)(모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭:Eu(DBM)₃(Phen)), 트리스[1-(2-테노일)-3,3,3-트리플루오로아세토나토](모노페난트롤린)유로퓸(III)(약칭:Eu(TTA)₃(Phen))과 같은 희토류 금속 착체를 들 수 있다. 이들은, 적색의 인광 발광을 나타내는 화합물이고, 600nm 내지 700nm로 발광의 피크를 갖는다. 전술한 것 중에서도, 피리미딘, 피라진과 같은 디아진 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체는, 정공 트랩성이 약하고, 전자 트랩성이 높다. 따라서, 디아진 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체를 제2 인광성 화합물로서 사용하고, 또한 제1 발광층이 제2 발광층보다도 음극측에 설치되고, 또한 제2 발광층이 정공 수송성인 경우(구체적으로는, 제2 호스트 재료가 정공 수송 재료인 경우), 캐리어의 재결합 영역을 제1 발광층 내에 제어하는 것이 용이해지기 때문에 바람직하다. 또한, 피리미딘 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체는, 신뢰성이나 발광 효율에도 뛰어나게 우수하기 때문에, 특히 바람직하다. 또한, 피라진 골격을 갖는 유기 금속 이리듐 착체는, 색도가 좋은 적색 발광이 얻어지기 때문에, 백색 발광 소자에 적용하면 연색성을 높일 수 있다.

[0112] 또한, 이상으로 설명한 인광성 화합물 외에, 공지된 인광성 발광 재료 중에서 제1 인광성 화합물(113Da) 내지 제3 인광성 화합물(113Dc)을 선택해서 사용해도 된다.

[0113] 또한, 인광성 화합물(제1 인광성 화합물(113Da) 내지 제3 인광성 화합물(113Dc)) 대신에, 열활성화 지연 형광을 나타내는 재료, 즉 열활성화 지연 형광(TADF) 재료를 사용해도 된다. 여기서, 지연 형광이란, 통상의 형광과 마찬가지로 스펙트럼을 가지면서, 수명이 현저하게 긴 발광을 말한다. 그 수명은, 10⁻⁶초 이상, 바람직하게는 10⁻³초 이상이다. 열활성화 지연 형광 재료로서, 구체적으로는, 풀러렌이나 그 유도체, 프로폴라빈 등의 아크리딘 유도체, 에오신 등을 들 수 있다. 또한, 마그네슘(Mg), 아연(Zn), 카드뮴(Cd), 주석(Sn), 백금(Pt), 인듐(In), 또는 팔라듐(Pd) 등을 포함하는 금속 함유 포르피린을 들 수 있다. 상기 금속 함유 포르피린으로서, 예를 들어 프로토포르피린-불화 주석 착체(SnF₂(Proto IX)), 메소포르피린-불화 주석 착체(SnF₂(Meso IX)), 헤

마토포르피린-불화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{Hemato IX})$), 코프로포르피린테트라메틸에스테르-불화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{Copro III-4Me})$), 옥타에틸포르피린-불화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{OEP})$), 에티오포르피린-불화 주석 착체($\text{SnF}_2(\text{Etio I})$), 옥타에틸포르피린-염화 백금 착체(PtCl_2OEP) 등을 들 수 있다. 또한, 2-(비페닐-4-일)-4,6-비스(12-페닐인드로[2,3-a]카르바졸-11-일)-1,3,5-트리아진(PIC-TRZ) 등의 π 전자 과잉형 복소 방향환 및 π 전자 부족형 복소 방향환을 갖는 복소환 화합물을 사용할 수도 있다. 또한, π 전자 과잉형 복소 방향환과 π 전자 부족형 복소 방향환이 직접 결합된 물질은, π 전자 과잉형 복소 방향환의 도너성과 π 전자 부족형 복소 방향환의 억셉터성이 모두 강해져서, S_1 과 T_1 의 에너지차가 작아지기 때문에, 특히 바람직하다.

[0114] 상기 제1 호스트 재료(113Ha1), 제2 호스트 재료(113Ha2), 제1 캐리어 수송성 화합물(113H₁) 내지 제4 캐리어 수송성 화합물(113H₄)로서 사용하는 것이 가능한 재료는, 실시 형태 1에서 명시했기 때문에, 반복이 되는 기재 를 생략한다.

[0115] 발광층(113)은 진공 증착법에서의 공증착이나, 혼합 용액으로서 잉크젯법이나 스핀 코트법이나 딥 코트법 등을 사용해서 제작할 수 있다.

[0116] 전자 수송층(114)은 전자 수송성의 물질을 포함하는 층이다. 예를 들어, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭:Alq), 트리스(4-메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(약칭:Almq₃), 비스(10-히드록시벤조[h]퀴놀리나토)베릴륨(약칭:BeBq₂), 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토)(4-페닐페놀라토)알루미늄(약칭:BA1q) 등, 퀴놀린 골격 또는 벤조퀴놀린 골격을 갖는 금속 착체 등을 포함해서 이루어지는 층이다. 또한, 이 외에 비스[2-(2-히드록시페닐)벤즈옥사졸라토]아연(약칭:Zn(BOX)₂), 비스[2-(2-히드록시페닐)벤조티아졸라토]아연(약칭:Zn(BTZ)₂) 등의 옥사졸계, 티아졸계 배위자를 갖는 금속 착체 등도 사용할 수 있다. 또한, 금속 착체 이외에도, 2-(4-비페닐릴)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(약칭:PBD)이나, 1,3-비스[5-(p-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸-2-일]벤젠(약칭:OXD-7), 3-(4-비페닐릴)-4-페닐-5-(4-tert-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸(약칭:TAZ), 바소페난트롤린(약칭:BPhen), 바소큐프로인(약칭:BCP) 등도 사용할 수 있다. 여기에 설명한 물질은, 전자 수송성이 높아, 주로 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상의 전자 이동도를 갖는 물질이다. 또한, 전술한 전자 수송성의 호스트 재료를 전자 수송층(114)에 사용해도 된다.

[0117] 또한, 전자 수송층(114)은 단층의 것뿐만 아니라, 상기 물질을 포함해서 이루어지는 층이 2층 이상 적층한 것으로 해도 된다.

[0118] 또한, 전자 수송층과 발광층 사이에 전자 캐리어의 이동을 제어하는 층을 형성해도 된다. 이것은 전술한 바와 같은 전자 수송성이 높은 재료에, 전자 트랩성이 높은 물질을 소량 첨가한 층으로써, 전자 캐리어의 이동을 억제함으로써, 캐리어 밸런스를 조절하는 것이 가능해진다. 이와 같은 구성은, 발광층을 전자가 뚫고 나가버리는 것에 의해 발생하는 문제(예를 들어 소자 수명의 저하)의 억제에 큰 효과를 발휘한다.

[0119] 또한, 전자 수송층(114)과 제2 전극(102) 사이에, 제2 전극(102)에 접하여 전자 주입층(115)을 설치해도 된다. 전자 주입층(115)으로서는, 불화 리튬(LiF), 불화 세슘(CsF), 불화 칼슘(CaF₂) 등과 같은 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속 또는 그들의 화합물을 사용할 수 있다. 예를 들어, 전자 수송성을 갖는 물질을 포함해서 이루어지는 층 안에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속 또는 그들의 화합물을 함유시킨 것을 사용할 수 있다. 또한, 전자 주입층(115)으로서, 전자 수송성을 갖는 물질을 포함해서 이루어지는 층 안에 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속을 함유시킨 것을 사용함으로써, 제2 전극(102)으로부터의 전자 주입이 효율적으로 행해지기 때문에 보다 바람직하다.

[0120] 제2 전극(102)을 형성하는 물질로서는, 일함수가 작은(구체적으로는 3.8eV 이하) 금속, 합금, 전기 전도성 화합물 및 이들의 혼합물 등을 사용할 수 있다. 이러한 음극 재료의 구체예로서는, 리튬(Li)이나 세슘(Cs) 등의 알칼리 금속 및 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr) 등의 원소 주기율표의 제1족 또는 제2족에 속하는 원소 및 이들을 포함하는 합금(MgAg, AlLi), 유로퓸(Eu), 이테르븀(Yb) 등의 희토류 금속 및 이들을 포함하는 합금 등을 들 수 있다. 그러나, 제2 전극(102)과 전자 수송층 사이에, 전자 주입층을 형성함으로써, 일함수의 대소에 상관없이, Al, Ag, 산화 인듐-산화 주석, 규소 또는 산화 규소를 함유한 산화 인듐-산화 주석 등 여러가지 도전성 재료를 제2 전극(102)으로서 사용할 수 있다. 이들 도전성 재료는, 스퍼터링법이나 잉크젯법, 스핀 코트법 등을 사용해서 성막하는 것이 가능하다.

- [0121] 또한, EL층(103)의 형성 방법으로서, 건식법, 습식법을 막론하고, 다양한 방법을 사용할 수 있다. 예를 들어, 진공 증착법, 잉크젯법 또는 스핀 코팅법 등을 사용해도 상관없다. 또한 각 전극 또는 각 층마다 다른 성막 방법을 사용해서 형성해도 상관없다.
- [0122] 전극에 대해서도, 줄-겔법을 사용해서 습식법으로 형성해도 되고, 금속 재료의 페이스트를 사용해서 습식법으로 형성해도 된다. 또한, 스퍼터링법이나 진공 증착법 등의 건식법을 사용해서 형성해도 된다.
- [0123] 이상과 같은 구성을 갖는 발광 소자는, 제1 전극(101)과 제2 전극(102) 사이에 발생한 전위차에 의해 전류가 흐르고, 발광성이 높은 물질을 포함하는 층인 발광층(113)에 있어서 정공과 전자가 재결합하여 발광하는 것이다. 즉 발광층(113)에 발광 영역이 형성되는 구성으로 되어 있다.
- [0124] 발광은, 제1 전극(101) 또는 제2 전극(102) 중 어느 한쪽 또는 양쪽을 통해서 외부로 추출된다. 따라서, 제1 전극(101) 또는 제2 전극(102) 중 어느 한쪽 또는 양쪽은, 투광성을 갖는 전극으로 이루어진다. 제1 전극(101)만이 투광성을 갖는 전극인 경우, 발광은 제1 전극(101)을 통해서 추출된다. 또한, 제2 전극(102)만이 투광성을 갖는 전극인 경우, 발광은 제2 전극(102)을 통해서 추출된다. 제1 전극(101) 및 제2 전극(102)이 모두 투광성을 갖는 전극인 경우, 발광은 제1 전극(101) 및 제2 전극(102)을 통해서, 양쪽으로부터 추출된다.
- [0125] 또한, 제1 전극(101)과 제2 전극(102) 사이에 설치되는 층의 구성은, 상기한 것에는 한정되지 않는다. 그러나, 발광 영역과 전극이나 캐리어 주입층에 사용되는 금속이 근접함으로써 발생하는 소광이 억제되도록, 제1 전극(101) 및 제2 전극(102)으로부터 떨어진 부위에 정공과 전자가 재결합하는 발광 영역을 형성한 구성이 바람직하다.
- [0126] 또한, 발광층(113)에 접하는 정공 수송층이나 전자 수송층, 특히 발광층(113)에 있어서의 발광 영역에 가까운 쪽에 접하는 캐리어 수송층은, 발광층에서 생성한 여기자로부터의 에너지 이동을 억제하기 위해서, 그 삼중항 여기 에너지가 발광층을 구성하는 물질이 갖는 삼중항 여기 에너지보다 큰 물질로 구성하는 것이 바람직하다.
- [0127] 본 실시 형태에 있어서의 발광 소자는, 유리, 플라스틱 등을 포함해서 이루어지는 기판 위에 제작하면 된다. 기판 위에 제작하는 순서로서는, 제1 전극(101)측부터 차례로 적층해도 되고, 제2 전극(102)측부터 차례로 적층해도 된다. 발광 장치는 일 기판 위에 하나의 발광 소자를 형성한 것이어도 되지만, 복수의 발광 소자를 형성해도 된다. 일 기판 위에 이러한 발광 소자를 복수 제작함으로써, 소자 분할된 조명 장치나 패시브 매트릭스형 발광 장치를 제작할 수 있다. 또한, 유리, 플라스틱 등을 포함해서 이루어지는 기판 위에, 예를 들어 박막 트랜지스터(TFT)를 형성하고, TFT와 전기적으로 접속된 전극 위에 발광 소자를 제작해도 된다. 이에 의해, TFT에 의해 발광 소자의 구동을 제어하는 액티브 매트릭스형 발광 장치를 제작할 수 있다. 또한, TFT의 구조는, 특별히 한정되지 않는다. 스테거형 TFT여도 되고 역스테거형 TFT여도 된다. 또한, TFT에 사용하는 반도체의 결정성에 대해서도 특별히 한정되지 않고 비정질 반도체를 사용해도 되고, 결정성 반도체를 사용해도 된다. 또한, TFT 기판에 형성되는 구동용 회로에 대해서도, N형 및 P형 TFT를 포함해서 이루어지는 것이어도 되고, 또는 N형 TFT 또는 P형 TFT 중 어느 한쪽만을 포함해서 이루어지는 것이어도 된다.
- [0128] 또한, 본 실시 형태는, 다른 실시 형태와 적절히 조합하는 것이 가능하다.
- [0129] (실시 형태 3)
- [0130] 본 실시 형태에서는, 복수의 발광 유닛을 적층한 구성의 발광 소자(이하, 적층형 소자라고도 함)의 형태에 대해서, 도 2를 참조하여 설명한다. 이 발광 소자는 제1 전극과 제2 전극 사이에, 복수의 발광 유닛을 갖는 발광 소자이다. 하나의 발광 유닛은, 도 1에서 나타난 EL층(103)과 마찬가지로의 구성을 갖는다. 즉, 도 1에서 나타난 발광 소자는, 1개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자로서, 본 실시 형태에서는, 복수의 발광 유닛을 갖는 발광 소자라고 할 수 있다.
- [0131] 도 2에 있어서, 제1 전극(501)과 제2 전극(502) 사이에는, 제1 발광 유닛(511)과 제2 발광 유닛(512)이 적층되어 있고, 제1 발광 유닛(511)과 제2 발광 유닛(512) 사이에는 전하 발생층(513)이 설치되어 있다. 제1 전극(501)과 제2 전극(502)은 각각 도 1에 있어서의 제1 전극(101)과 제2 전극(102)에 상당하고, 도 1의 설명에서 설명한 것과 동일한 것을 적용할 수 있다. 또한, 제1 발광 유닛(511)과 제2 발광 유닛(512)은 동일한 구성이어도 되고 다른 구성이어도 된다.
- [0132] 전하 발생층(513)에는, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료가 포함되어 있다. 이 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료는, 도 1에서 나타난 정공 주입층(111)에 사용할 수 있는 복합 재료를 사용할 수 있다. 유기 화합물로서는, 방향족 아민 화합물, 카르바졸 화합물, 방향족 탄화 수소, 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머, 중

합체 등) 등, 다양한 화합물을 사용할 수 있다. 또한, 유기 화합물로서는, 정공 이동도가 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이상인 것을 적용하는 것이 바람직하다. 단, 전자보다도 정공의 수송성이 높은 물질이면, 이들 이외의 것을 사용해도 된다. 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료는, 캐리어 주입성, 캐리어 수송성이 우수하기 때문에, 저전압 구동, 저전류 구동을 실현할 수 있다. 또한, 발광 유닛의 양극층의 면이 전하 발생층에 접하고 있는 경우에는, 전하 발생층이 발광 유닛의 정공 수송층의 역할도 담당할 수 있기 때문에, 발광 유닛은 정공 수송층을 형성하지 않아도 된다.

[0133] 또한, 전하 발생층(513)은 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료를 포함하는 층과 다른 재료에 의해 구성되는 층을 적층 구조로서 형성해도 된다. 예를 들어, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료를 포함하는 층과, 전자 공여성 물질 중에서 선택된 하나의 화합물과 전자 수송성이 높은 화합물을 포함하는 층을 적층하여 형성해도 된다. 또한, 유기 화합물과 금속 산화물의 복합 재료를 포함하는 층과, 투명 도전막을 적층하여 형성해도 된다.

[0134] 어느쪽이든, 제1 발광 유닛(511)과 제2 발광 유닛(512)에 끼여진 전하 발생층(513)은 제1 전극(501)과 제2 전극(502)에 전압을 인가했을 때에, 한쪽의 발광 유닛에 전자를 주입하고, 다른 쪽의 발광 유닛에 정공을 주입하는 것이면 된다. 예를 들어, 도 2에 있어서, 제1 전극의 전위쪽이 제2 전극의 전위보다도 높아지도록 전압을 인가한 경우, 전하 발생층(513)은 제1 발광 유닛(511)에 전자를 주입하고, 제2 발광 유닛(512)에 정공을 주입하는 것이면 된다.

[0135] 도 2에서는, 2개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자에 대해서 설명했지만, 3개 이상의 발광 유닛을 적층한 발광 소자에 대해서도, 마찬가지로 적용하는 것이 가능하다. 본 실시 형태에 따른 발광 소자와 같이, 한 쌍의 전극 사이에 복수의 발광 유닛을 전하 발생층에서 구획하여 배치함으로써, 전류 밀도를 낮게 유지한 채, 고휘도 발광을 가능하게 하고, 또한 긴 수명의 소자를 실현할 수 있다. 또한, 저전압 구동이 가능하고 소비 전력이 낮은 발광 장치를 실현할 수 있다.

[0136] 또한, 각각의 발광 유닛의 발광색을 다른 것으로 함으로써, 발광 소자 전체적으로, 원하는 색의 발광을 얻을 수 있다. 예를 들어, 2개의 발광 유닛을 갖는 발광 소자에 있어서, 제1 발광 유닛에서 적색과 녹색의 발광색, 제2 발광 유닛에서 청색의 발광색을 얻음으로써, 발광 소자 전체적으로 백색 발광하는 발광 소자를 얻는 것도 가능하다.

[0137] 또한, 복수의 유닛 중 적어도 하나의 유닛에, 상기 발광층(113)의 구성이 사용되고 있는 것에 의해, 그 유닛의 제조 공정을 삭감할 수 있기 때문에, 실용화에 유리한 다색 발광 소자를 제공할 수 있다.

[0138] 또한, 상기 구성은 다른 실시 형태나 본 실시 형태 중 다른 구성과 적절히 조합하는 것이 가능하다.

[0139] (실시 형태 4)

[0140] 본 실시 형태에서는, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 사용한 발광 장치에 대해서 설명한다.

[0141] 본 실시 형태에서는, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 사용해서 제작된 발광 장치에 대해서도 3을 사용해서 설명한다. 또한, 도 3의 (a)는 발광 장치를 도시하는 상면도, 도 3의 (b)는 도 3의 (a)를 A-B 및 C-D로 절단한 단면도이다. 이 발광 장치는, 발광 소자의 발광을 제어하는 것으로서, 점선으로 나타낸 구동 회로부(소스선 구동 회로)(601), 화소부(602), 구동 회로부(게이트선 구동 회로)(603)를 포함하고 있다. 또한, 참조 부호 604는 밀봉 기관, 참조 부호 605는 시일재이며, 시일재(605)로 둘러싸인 내측은 공간(607)으로 되어 있다.

[0142] 또한, 와이어링 배선(608)은 소스선 구동 회로(601) 및 게이트선 구동 회로(603)에 입력되는 신호를 전송하기 위한 배선이며, 외부 입력 단자로 되는 FPC(플렉시블 프린트 서킷)(609)로부터 비디오 신호, 클럭 신호, 스타트 신호, 리셋 신호 등을 수취한다. 또한, 여기에서는 FPC밖에 도시되어 있지 않지만, 이 FPC에는 프린트 배선 기관(PWB)이 설치되어 있어도 된다. 본 명세서에 있어서의 발광 장치에는, 발광 장치 본체 뿐만 아니라, 거기에 FPC 또는 PWB가 설치된 상태도 포함하는 것으로 한다.

[0143] 이어서, 단면 구조에 대해서 도 3의 (b)를 사용해서 설명한다. 소자 기관(610) 위에는 구동 회로부 및 화소부가 형성되어 있지만, 여기서는 구동 회로부인 소스선 구동 회로(601)와, 화소부(602) 중 하나의 화소가 나타나 있다.

- [0144] 또한, 소스선 구동 회로(601)는 n채널형 TFT(623)와 p채널형 TFT(624)를 조합한 CMOS 회로가 형성된다. 또한, 구동 회로는 다양한 CMOS 회로, PMOS 회로 또는 NMOS 회로로 형성해도 된다. 또한, 본 실시 형태에서는, 기관 위에 구동 회로를 형성한 드라이버 일체형을 나타내지만, 반드시 그럴 필요는 없고, 구동 회로를 기관 위가 아닌 외부에 형성할 수도 있다.
- [0145] 또한, 화소부(602)는 스위칭용 TFT(611)와, 전류 제어용 TFT(612)와 그 드레인에 전기적으로 접속된 제1 전극(613)을 포함하는 복수의 화소에 의해 형성된다. 또한, 제1 전극(613)의 단부를 덮어서 절연물(614)이 형성되어 있다. 여기에서는, 포지티브형 감광성 아크릴 수지막을 사용함으로써 형성한다.
- [0146] 또한, 피복성을 양호한 것으로 하기 위해서, 절연물(614)의 상단부 또는 하단부에 곡률을 갖는 곡면이 형성되도록 한다. 예를 들어, 절연물(614)의 재료로서 포지티브형 감광성 아크릴을 사용한 경우, 절연물(614)의 상단부에만 곡률 반경(0.2 μ m 내지 3 μ m)을 갖는 곡면을 갖게 하는 것이 바람직하다. 또한, 절연물(614)로서, 네가티브형 감광성 수지, 또는 포지티브형 감광성 수지 모두 사용할 수 있다.
- [0147] 제1 전극(613) 위에는, EL층(616) 및 제2 전극(617)이 각각 형성되어 있다. 여기서, 양극으로서 기능하는 제1 전극(613)에 사용하는 재료로서는, 일함수가 큰 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 예를 들어, ITO막 또는 규소를 함유한 인듐 주석 산화물막, 2 내지 20wt%인 산화 아연을 포함하는 산화 인듐막, 질화 티타늄막, 크롬막, 텅스텐막, Zn막, Pt막 등의 단층막 외에, 질화 티타늄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막의 적층, 질화 티타늄막과 알루미늄을 주성분으로 하는 막과 질화 티타늄막의 3층 구조 등을 사용할 수 있다. 또한, 적층 구조로 하면, 배선으로서의 저항도 낮고, 양호한 오믹 콘택트가 얻어지며, 또한 양극으로서 기능시킬 수 있다.
- [0148] 또한, EL층(616)은 증착 마스크를 사용한 증착법, 잉크젯법, 스핀 코트법 등의 다양한 방법에 의해 형성된다. EL층(616)은 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에서 설명한 바와 같은 구성을 포함하고 있다. 또한, EL층(616)을 구성하는 다른 재료로서는, 저분자 화합물 또는 고분자 화합물(올리고머, 덴드리머를 포함)이어도 된다.
- [0149] 또한, EL층(616) 위에 형성되고, 음극으로서 기능하는 제2 전극(617)에 사용하는 재료로서는, 일함수가 작은 재료(Al, Mg, Li, Ca 또는 이들의 합금이나 화합물, MgAg, MgIn, AlLi 등)를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, EL층(616)에서 발생한 광이 제2 전극(617)을 투과시키는 경우에는, 제2 전극(617)으로서, 막 두께를 얇게 한 금속 박막과, 투명 도전막(ITO, 2 내지 20wt%인 산화 아연을 포함하는 산화 인듐, 규소를 함유한 인듐 주석 산화물, 산화 아연(ZnO) 등)의 적층을 사용하는 것이 좋다.
- [0150] 또한, 제1 전극(613), EL층(616), 제2 전극(617)으로써, 발광 소자가 형성되어 있다. 상기 발광 소자는 실시 형태 1 내지 실시 형태 3의 구성을 갖는 발광 소자이다. 또한, 화소부는 복수의 발광 소자가 형성되어 이루어지고 있지만, 본 실시 형태에 있어서의 발광 장치에서는, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자와, 그 이외의 구성을 갖는 발광 소자의 양쪽이 포함되어 있어도 된다.
- [0151] 또한, 시일재(605)로 밀봉 기관(604)을 소자 기관(610)과 접합함으로써, 소자 기관(610), 밀봉 기관(604) 및 시일재(605)로 둘러싼 공간(607)에 발광 소자(618)가 구비된 구조로 되어 있다. 또한, 공간(607)에는 충전제가 충전되어 있으며, 불활성 기체(질소나 아르곤 등)가 충전되는 경우 외에, 시일재(605)로 충전되는 경우도 있다. 밀봉 기관에는 오목부를 형성하고, 거기에 건조재(625)를 설치하면 수분의 영향에 의한 열화를 억제할 수 있어, 바람직한 구성이다.
- [0152] 또한, 시일재(605)에는 에폭시계 수지나 유리 프리트를 사용하는 것이 바람직하다. 또한, 이들 재료는 가능한 한 수분이나 산소를 투과하지 않는 재료인 것이 바람직하다. 또한, 밀봉 기관(604)에 사용하는 재료로서 유리 기관이나 석영 기관 외에, FRP(Fiberglass-Reinforced Plastics), PVF(폴리비닐플루오라이드), 폴리에스테르 또는 아크릴 등을 포함해서 이루어지는 플라스틱 기관을 사용할 수 있다.
- [0153] 이상과 같이 해서, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 사용해서 제작된 발광 장치를 얻을 수 있다.
- [0154] 본 실시 형태에 있어서의 발광 장치는, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 사용하고 있기 때문에, 양호한 특성을 구비한 발광 장치를 얻을 수 있다. 구체적으로는, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에서 나타난 발광 효율이 양호한 발광 소자로서, 소비 전력이 저감된 발광 장치로 할 수 있다. 또한, 구동 전압이 작은 발광 소자로서, 구동 전압이 작은 발광 장치를 얻을 수 있다.
- [0155] 이상과 같이, 본 실시 형태에서는, 액티브 매트릭스형 발광 장치에 대해서 설명했지만, 이 외에, 패시브 매트릭스형 발광 장치여도 된다. 도 4에는 본 발명을 적용하여 제작한 패시브 매트릭스형 발광 장치를 나타낸다. 또

한, 도 4의 (a)는 발광 장치를 도시하는 사시도, 도 4의 (b)는 도 4의 (a)를 X-Y로 절단한 단면도이다. 도 4에 있어서, 기관(951) 위에는, 전극(952)과 전극(956) 사이에는 EL층(955)이 설치되어 있다. 전극(952)의 단부는 절연층(953)으로 덮여 있다. 그리고, 절연층(953) 위에는 격벽층(954)이 설치되어 있다. 격벽층(954)의 측벽은, 기관면에 가까워짐에 수반하여, 한쪽 측벽과 다른 쪽 측벽의 간격이 좁아져 가는 경사를 갖는다. 즉, 격벽층(954)의 짧은 변 방향의 단면은, 사다리꼴 형상이며, 저변(절연층(953)의 면 방향과 마찬가지로의 방향을 향해, 절연층(953)과 접하는 변)쪽이 상변(절연층(953)의 면 방향과 마찬가지로의 방향을 향해, 절연층(953)과 접하지 않는 변)보다도 짧다. 이와 같이, 격벽층(954)을 설치함으로써, 정전기 등에 기인한 발광 소자의 불량을 방지할 수 있다. 또한, 패시브 매트릭스형 발광 장치에 있어서도, 저구동 전압으로 동작하는 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 가짐으로써, 저소비 전력으로 구동시킬 수 있다. 또한, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 포함함으로써, 저소비 전력으로 구동시킬 수 있다. 또한, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 가짐으로써 신뢰성이 높은 발광 장치로 하는 것이 가능해진다.

[0156] 또한, 풀컬러 표시로 하기 위해서는, 발광 소자로부터의 광이 발광 장치의 외부로 나오기 위한 광로 위에 착색층 또는 색변환층을 형성하면 된다. 착색층 등을 설치함으로써 풀컬러화한 발광 장치의 예를 도 5의 (a) 및 (b)에 도시하였다. 도 5의 (a)에는 기관(1001), 하지 절연막(1002), 게이트 절연막(1003), 게이트 전극(1006, 1007, 1008), 제1 층간 절연막(1020), 제2 층간 절연막(1021), 주변부(1042), 화소부(1040), 구동 회로부(1041), 발광 소자의 제1 전극(1024W, 1024R, 1024G, 1024B), 격벽(1025), EL층(1028), 발광 소자의 제2 전극(1029), 밀봉 기관(1031), 시일재(1032) 등이 도시되어 있다. 또한, 착색층(적색의 착색층(1034R), 녹색의 착색층(1034G), 청색의 착색층(1034B))은 투명한 기재(1033)에 설치한다. 또한, 흑색층(블랙 매트릭스)(1035)을 더 설치해도 된다. 착색층 및 흑색층이 설치된 투명한 기재(1033)는 위치 정렬하여, 기관(1001)에 고정한다. 또한, 착색층 및 흑색층은, 오버코트층(1036)으로 덮여 있다. 또한, 본 실시 형태에 있어서는, 광이 착색층을 투과하지 않고 외부로 나오는 발광층과, 각 색의 착색층을 투과하여 외부로 광이 나가는 발광층이 있고, 착색층을 투과하지 않는 광은 백색, 착색층을 투과하는 광은 적, 청, 녹색으로 되기 때문에, 4색의 화소로 영상을 표현할 수 있다.

[0157] 또한, 이상으로 설명한 발광 장치에서는, TFT가 형성되어 있는 기관(1001)측에 광을 취출하는 구조(보텀 에미션형)의 발광 장치로 했지만, 밀봉 기관(1031)측에 발광을 취출하는 구조(탑 에미션형)의 발광 장치로 해도 된다. 탑 에미션형 발광 장치의 단면도를 도 6에 도시하였다. 이 경우, 기관(1001)은 광을 통과시키지 않는 기관을 사용할 수 있다. TFT와 발광 소자의 양극을 접속하는 접속 전극을 제작할 때까지는, 보텀 에미션형 발광 장치와 마찬가지로 형성한다. 그 후, 제3 층간 절연막(1037)을 전극(1022)을 덮어서 형성한다. 이 절연막은 평탄화의 역할을 담당하고 있어도 된다. 제3 층간 절연막(1037)은 제2 층간 절연막과 마찬가지로의 재료 외에, 다른 공지된 재료를 사용해서 형성할 수 있다.

[0158] 발광 소자의 제1 전극(1024W, 1024R, 1024G, 1024B)은 여기에서는 양극으로 하지만, 음극으로 해도 상관없다. 또한, 도 6과 같은 탑 에미션형 발광 장치인 경우, 제1 전극을 반사 전극으로 하는 것이 바람직하다. EL층(1028)의 구성은, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에서 설명한 바와 같은 구성으로 하고, 백색의 발광이 얻어지는 소자 구조로 한다. 백색의 발광이 얻어지는 구성으로서, EL층을 2층 사용한 경우에는 한쪽의 EL층에 있어서의 발광층으로부터 청색의 광이, 다른 한쪽의 EL층에 있어서의 발광층으로부터 주황색의 광이 얻어지는 것 같은 구성이나, 한쪽의 EL층에 있어서의 발광층으로부터 청색의 광이, 다른 한쪽의 EL층에 있어서의 발광층으로부터는 적색과 녹색의 광이 얻어지는 것 같은 구성 등이 생각된다. 또한, EL층을 3층 사용한 경우에는, 각각의 발광층으로부터, 적색, 녹색, 청색의 발광이 얻어지도록 함으로써 백색 발광을 나타내는 발광 소자를 얻을 수 있다. 또한, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에서 나타난 구성을 적용하고 있는 것이라면, 백색 발광을 얻는 구성은 이에 제한하지 않는 것은 물론이다.

[0159] 착색층은, 발광 소자로부터의 광이 외부로 나오는 광로 위에 설치한다. 도 5의 (a)과 같은 보텀 에미션형 발광 장치의 경우, 투명한 기재(1033)에 착색층(1034R, 1034G, 1034B)을 설치하여 기관(1001)에 고정함으로써 설치할 수 있다. 또한, 도 5의 (b)와 같이 착색층을 게이트 절연막(1003)과 제1 층간 절연막(1020) 사이에 설치하는 구성으로 해도 된다. 도 6과 같은 탑 에미션의 구조이면 착색층(적색의 착색층(1034R), 녹색의 착색층(1034G), 청색의 착색층(1034B))을 설치한 밀봉 기관(1031)으로 밀봉을 행할 수도 있다. 밀봉 기관(1031)에는 화소와 화소 사이에 위치하도록 흑색층(블랙 매트릭스)(1035)을 설치해도 된다. 착색층(적색의 착색층(1034R), 녹색의 착색층(1034G), 청색의 착색층(1034B))이나 흑색층(블랙 매트릭스)은 오버코트층(1036)에 의해 덮여 있어도 된다. 또한 밀봉 기관(1031)은 투광성을 갖는 기관을 사용하는 것으로 한다.

[0160] 이와 같이 해서 얻어진 유기 발광 소자의 한 쌍의 전극 사이에 전압을 인가하면 백색의 발광 영역(1044W)이 얻

어진다. 또한, 착색층과 조합함으로써, 적색의 발광 영역(1044R)과, 청색의 발광 영역(1044B)과, 녹색의 발광 영역(1044G)이 얻어진다. 본 실시 형태의 발광 장치는 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 사용하고 있기 때문에, 소비 전력이 작은 발광 장치의 실현이 가능하다.

[0161] 또한, 여기서는 적색, 녹색, 청색, 백색의 4색으로 풀컬러 표시를 행하는 예를 나타냈지만 특별히 한정되지 않고 적색, 녹색, 청색의 3색으로 풀컬러 표시를 행해도 된다.

[0162] 또한, 본 실시 형태는 다른 실시 형태와 자유롭게 조합할 수 있다.

[0163] (실시 형태 5)

[0164] 본 실시 형태에서는, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 조명 장치로서 사용하는 예를 도 7을 참조하면서 설명한다. 도 7의 (b)는 조명 장치의 상면도, 도 7의 (a)는 도 7의 (b)에 있어서의 e-f 단면도이다.

[0165] 본 실시 형태에 있어서의 조명 장치는, 지지체인 투광성을 갖는 기관(400) 위에 제1 전극(401)이 형성되어 있다. 제1 전극(401)은 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 있어서의 제1 전극(101)에 상당한다.

[0166] 제1 전극(401) 위에는 보조 전극(402)이 설치되어 있다. 본 실시 형태에서는, 제1 전극(401)측으로부터 발광을 취출하는 예를 나타내며, 제1 전극(401)은 투광성을 갖는 재료에 의해 형성한다. 보조 전극(402)은 투광성을 갖는 재료의 도전율의 낮음을 보충하기 위해 설치되어 있고, 제1 전극(401)의 저항이 높은 것에 의한 전압 강하를 기인으로 하는 발광면 내의 휘도 편차를 억제하는 기능을 갖는다. 보조 전극(402)은 적어도 제1 전극(401)의 재료보다도 도전율이 큰 재료를 사용해서 형성하고, 바람직하게는 알루미늄 등의 도전율이 큰 재료를 사용해서 형성하면 된다. 또한, 보조 전극(402)에 있어서의 제1 전극(401)과 접하는 부분 이외의 표면은 절연층으로 덮여 있는 것이 바람직하다. 이것은 취출할 수 없는 보조 전극(402) 상부로부터의 발광을 억제하기 위함이며, 전력 효율의 저하를 억제하기 위함이다. 또한, 보조 전극(402)의 형성과 동시에 제2 전극(404)에 전압을 공급하기 위한 패드(412)를 형성해도 된다.

[0167] 제1 전극(401)과 보조 전극(402) 위에는 EL층(403)이 형성되어 있다. EL층(403)은 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 설명한 구성을 갖는다. 또한, 이들 구성에 대해서는 상기 기재된 참조하기 바란다. 또한, EL층(403)은 제1 전극(401)보다도 평면적으로 보아 조금 크게 형성하는 것이, 제1 전극(401)과 제2 전극(404)의 쇼트를 억제하는 절연층의 역할도 담당할 수 있기 때문에 바람직한 구성이다.

[0168] EL층(403)을 덮어서 제2 전극(404)을 형성한다. 제2 전극(404)은 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 있어서의 제2 전극(102)에 상당하며, 마찬가지로의 구성을 갖는다. 본 실시 형태에 있어서는, 발광은 제1 전극(401)측으로부터 취출되기 때문에, 제2 전극(404)은 반사율이 높은 재료에 의해 형성되는 것이 바람직하다. 본 실시 형태에 있어서, 제2 전극(404)은 패드(412)와 접촉함으로써, 전압이 공급되는 것으로 한다.

[0169] 이상, 제1 전극(401), EL층(403) 및 제2 전극(404)(및 보조 전극(402))을 갖는 발광 소자를 본 실시 형태에서 나타내는 조명 장치는 갖고 있다. 상기 발광 소자는 발광 효율이 높은 발광 소자이기 때문에, 본 실시 형태에 있어서의 조명 장치는 소비 전력이 작은 조명 장치로 할 수 있다. 또한, 그 발광 소자는 신뢰성이 높은 발광 소자이기 때문에 본 실시 형태에 있어서의 조명 장치는 신뢰성이 높은 조명 장치로 할 수 있다.

[0170] 이상의 구성을 갖는 발광 소자를, 시일재(405)를 사용해서 밀봉 기관(407)을 고착하여, 밀봉함으로써 조명 장치가 완성된다. 시일재(405)는 어느쪽이든 상관없다. 또한, 내측의 시일재(405)에는 건조제를 섞을 수도 있고, 이에 의해 수분을 흡착할 수 있어, 신뢰성의 향상으로 이어진다.

[0171] 또한, 패드(412), 제1 전극(401) 및 보조 전극(402)의 일부를 시일재(405) 밖으로 신장하여 설치함으로써, 외부 입력 단자로 할 수 있다. 또한, 그 위에 컨버터 등을 탑재한 IC 칩(420) 등을 설치해도 된다.

[0172] 이상, 본 실시 형태에 기재된 조명 장치는, EL 소자에 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 갖기 때문에, 소비 전력이 작은 조명 장치로 할 수 있다. 또한, 구동 전압이 낮은 조명 장치로 할 수 있다. 또한, 신뢰성이 높은 조명 장치로 할 수 있다.

[0173] (실시 형태 6)

[0174] 본 실시 형태에서는, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 그 일부에 포함하는 전자 기기의 예에 대해서 설명한다. 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자는 발광 효율이 양호해서, 소비 전력이 저감된 발광 소자이다. 그 결과, 본 실시 형태에 기재된 전자 기기는, 소비 전력이 저감된 발광부를 갖는 전자

기기로 하는 것이 가능하다. 또한, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자는, 구동 전압이 작은 발광 소자이기 때문에, 구동 전압이 작은 전자 기기로 하는 것이 가능하다.

[0175] 상기 발광 소자를 적용한 전자 기기로서, 예를 들어 텔레비전 장치(텔레비전 또는 텔레비전 수신기라고도 함), 컴퓨터용 등의 모니터, 디지털 카메라, 디지털 비디오 카메라, 디지털 포토 프레임, 휴대 전화기(휴대 전화, 휴대 전화 장치라고도 함), 휴대형 게임기, 휴대 정보 단말기, 음향 재생 장치, 파칭코기 등의 대형 게임기 등을 들 수 있다. 이들 전자 기기의 구체예를 이하에 나타낸다.

[0176] 도 8의 (a)는 텔레비전 장치의 일례를 나타내고 있다. 텔레비전 장치는, 하우징(7101)에 표시부(7103)가 내장되어 있다. 또한, 여기서는 스탠드(7105)에 의해 하우징(7101)을 지지한 구성을 나타내고 있다. 표시부(7103)에 의해 영상을 표시하는 것이 가능하며, 표시부(7103)는 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 매트릭스 형상으로 배열하여 구성되어 있다. 상기 발광 소자는, 발광 효율이 양호한 발광 소자로 하는 것이 가능하다. 또한, 구동 전압이 작은 발광 소자로 하는 것이 가능하다. 또한, 수명이 긴 발광 소자로 하는 것이 가능하다. 그 때문에, 상기 발광 소자로 구성되는 표시부(7103)를 갖는 텔레비전 장치는 소비 전력이 저감된 텔레비전 장치로 할 수 있다. 또한, 구동 전압이 작은 텔레비전 장치로 하는 것이 가능하다. 또한, 신뢰성이 높은 텔레비전 장치로 할 수 있다.

[0177] 텔레비전 장치의 조작은, 하우징(7101)이 구비하는 조작 스위치나, 별체의 리모콘 조작기(7110)에 의해 행할 수 있다. 리모콘 조작기(7110)가 구비하는 조작 키(7109)에 의해, 채널이나 음량의 조작을 행할 수 있으며, 표시부(7103)에 표시되는 영상을 조작할 수 있다. 또한, 리모콘 조작기(7110)에, 그 리모콘 조작기(7110)로부터 출력하는 정보를 표시하는 표시부(7107)를 설치하는 구성으로 해도 된다.

[0178] 또한, 텔레비전 장치는, 수신기나 모뎀 등을 구비한 구성으로 한다. 수신기에 의해 일반 텔레비전 방송의 수신을 행할 수 있으며, 또한 모뎀을 통해서 유선 또는 무선에 의한 통신 네트워크에 접속함으로써, 일방향(송신자에게서 수신자) 또는 쌍방향(송신자와 수신자간, 또는 수신자간끼리 등)의 정보 통신을 행하는 것도 가능하다.

[0179] 도 8의 (b1)은 컴퓨터이며, 본체(7201), 하우징(7202), 표시부(7203), 키보드(7204), 외부 접속 포트(7205), 포인팅 디바이스(7206) 등을 포함한다. 또한, 이 컴퓨터는 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에서 설명한 것과 마찬가지로 발광 소자를 매트릭스 형상으로 배열하여 표시부(7203)에 사용함으로써 제작된다. 도 8의 (b1)의 컴퓨터는, 도 8의 (b2)와 같은 형태여도 된다. 도 8의 (b2)의 컴퓨터는 키보드(7204), 포인팅 디바이스(7206) 대신에 제2 표시부(7210)가 설치되어 있다. 제2 표시부(7210)는 터치 패널식으로 되어 있으며, 제2 표시부(7210)에 표시된 입력용 표시를 손가락이나 전용 펜으로 조작함으로써 입력을 행할 수 있다. 또한, 제2 표시부(7210)는 입력용 표시 뿐만 아니라, 그 외의 화상을 표시하는 것도 가능하다. 또한 표시부(7203)도 터치 패널이어도 된다. 2개의 화면이 힌지로 접속되어 있음으로써, 수납이나 운반을 할 때에 화면을 홈집을 내거나, 파손하는 등의 트러블의 발생도 방지할 수 있다. 또한, 이 컴퓨터는, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 매트릭스 형상으로 배열하여 표시부(7203)에 사용함으로써 제작된다. 그 발광 소자는 발광 효율이 양호한 발광 소자로 하는 것이 가능하다. 그 때문에, 그 발광 소자로 구성되는 표시부(7203)를 갖는 컴퓨터는 소비 전력이 저감된 컴퓨터로 할 수 있다.

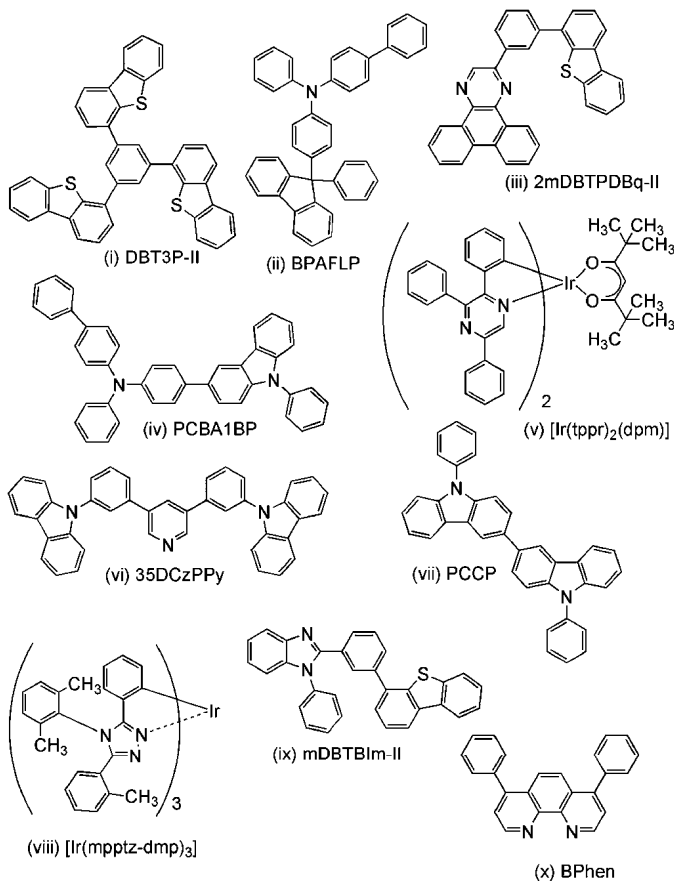
[0180] 도 8의 (c)는 휴대형 유기기이며, 하우징(7301)과 하우징(7302)의 2개의 하우징으로 구성되어 있고, 연결부(7303)에 의해, 개폐 가능하게 연결되어 있다. 하우징(7301)에는, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에서 설명한 발광 소자를 매트릭스 형상으로 배열하여 제작된 표시부(7304)가 내장되며, 하우징(7302)에는 표시부(7305)가 내장되어 있다. 또한, 도 8의 (c)에 도시하는 휴대형 유기기는, 그 외, 스피커부(7306), 기록 매체 삽입부(7307), LED 램프(7308), 입력 수단(조작 키(7309), 접속 단자(7310), 센서(7311)(힘, 변위, 위치, 속도, 가속도, 각속도, 회전수, 거리, 광, 액, 자기, 온도, 화학물질, 음성, 시간, 경도, 전기장, 전류, 전압, 전력, 방사선, 유량, 습도, 경도, 진동, 냄새 또는 적외선을 측정하는 기능을 포함하는 것), 마이크로폰(7312)) 등을 구비하고 있다. 물론, 휴대형 유기기의 구성은 전술한 것에 한정되지 않고, 적어도 표시부(7304) 및 표시부(7305)의 양쪽 또는 한쪽에 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 매트릭스 형상으로 배열하여 제작된 표시부를 사용하고 있으면 되고, 그 외 부속 설비가 적절히 설치된 구성으로 할 수 있다. 도 8의 (c)에 도시하는 휴대형 유기기는, 기록 매체에 기록되어 있는 프로그램 또는 데이터를 판독하여 표시부에 표시하는 기능이나, 다른 휴대형 유기기와 무선 통신을 행하여 정보를 공유하는 기능을 갖는다. 또한, 도 8의 (c)에 도시하는 휴대형 유기기가 갖는 기능은 이것에 한정되지 않고, 다양한 기능을 가질 수 있다. 전술한 바와 같은 표시부(7304)를 갖는 휴대형 유기기는, 표시부(7304)에 사용되고 있는 발광 소자가, 양호한 발광 효율을 갖기 때문에, 소비 전력이 저감된 휴대형 유기기로 할 수 있다. 또한, 표시부(7304)에 사용되고 있는 발광 소자가

낮은 구동 전압으로 구동시킬 수 있기 때문에, 구동 전압이 작은 휴대형 유기기로 할 수 있다. 또한, 표시부(7304)에 사용되고 있는 발광 소자가 수명이 긴 발광 소자이기 때문에 신뢰성이 높은 휴대형 유기기로 할 수 있다.

- [0181] 도 8의 (d)는 휴대 전화기의 일례를 나타내고 있다. 휴대 전화기는, 하우징(7401)에 내장된 표시부(7402) 외에, 조작 버튼(7403), 외부 접속 포트(7404), 스피커(7405), 마이크(7406) 등을 구비하고 있다. 또한, 휴대 전화기는, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 매트릭스 형상으로 배열하여 제작된 표시부(7402)를 갖고 있다. 상기 발광 소자는 발광 효율이 양호한 발광 소자로 하는 것이 가능하다. 또한, 구동 전압이 작은 발광 소자로 하는 것이 가능하다. 또한, 수명이 긴 발광 소자로 하는 것이 가능하다. 그 때문에, 상기 발광 소자로 구성되는 표시부(7402)를 갖는 휴대 전화기는 소비 전력이 저감된 휴대 전화기로 할 수 있다. 또한, 구동 전압이 작은 휴대 전화기로 하는 것이 가능하다. 또한, 신뢰성이 높은 휴대 전화기로 하는 것이 가능하다.
- [0182] 도 8의 (d)에 도시하는 휴대 전화기는 표시부(7402)를 손가락 등으로 접촉함으로써, 정보를 입력할 수 있는 구성으로 할 수도 있다. 이 경우, 전화를 걸거나, 또는 메일을 작성하는 등의 조작은, 표시부(7402)를 손가락 등으로 접촉함으로써 행할 수 있다.
- [0183] 표시부(7402)의 화면은 주로 3개의 모드가 있다. 제1은 화상의 표시를 주로 하는 표시 모드이며, 제2는 문자 등의 정보의 입력을 주로 하는 입력 모드이다. 제3은 표시 모드와 입력 모드의 2개의 모드가 혼합된 표시+입력 모드이다.
- [0184] 예를 들어, 전화를 걸거나, 또는 메일을 작성하는 경우에는, 표시부(7402)를 문자의 입력을 주로 하는 문자 입력 모드로 해서, 화면에 표시시킨 문자의 입력 조작을 행하면 된다. 이 경우, 표시부(7402)의 화면의 대부분에 키보드 또는 번호 버튼을 표시시키는 것이 바람직하다.
- [0185] 또한, 휴대 전화기 내부에, 자이로, 가속도 센서 등의 기울기를 검출하는 센서를 갖는 검출 장치를 설치함으로써, 휴대 전화기의 방향(세로인지 가로인지)을 판단하여, 표시부(7402)의 화면 표시를 자동으로 전환하도록 할 수 있다.
- [0186] 또한, 화면 모드의 전환은, 표시부(7402)를 접촉하는 것, 또는 하우징(7401)의 조작 버튼(7403)의 조작에 의해 행해진다. 또한, 표시부(7402)에 표시되는 화상의 종류에 의해 전환하도록 할 수도 있다. 예를 들어, 표시부에 표시하는 화상 신호가 동화상의 데이터이면 표시 모드, 텍스트 데이터이면 입력 모드로 전환한다.
- [0187] 또한, 입력 모드에서, 표시부(7402)의 광 센서로 검출되는 신호를 검지하여, 표시부(7402)의 터치 조작에 의한 입력이 일정 기간 없는 경우에는, 화면의 모드를 입력 모드로부터 표시 모드로 전환하도록 제어해도 된다.
- [0188] 표시부(7402)는 이미지 센서로서 기능시킬 수도 있다. 예를 들어, 표시부(7402)에 손바닥이나 손가락으로 접촉하여, 장문, 지문 등을 촬상함으로써, 본인 인증을 행할 수 있다. 또한, 표시부에 근적외광을 발광하는 백라이트 또는 근적외광을 발광하는 센싱용 광원을 사용하면, 손가락 정맥, 손바닥 정맥 등을 촬상할 수도 있다.
- [0189] 또한, 본 실시 형태에 나타내는 구성은, 실시 형태 1 내지 실시 형태 5에 나타난 구성을 적절히 조합하여 사용할 수 있다.
- [0190] 이상과 같이 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 구비한 발광 장치의 적용 범위는 매우 넓으며, 이 발광 장치를 모든 분야의 전자 기기에 적용하는 것이 가능하다. 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 사용함으로써, 소비 전력이 저감된 전자 기기를 얻을 수 있다.
- [0191] 도 9는 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 백라이트에 적용한 액정 표시 장치의 일례이다. 도 9에 도시한 액정 표시 장치는, 하우징(901), 액정층(902), 백라이트 유닛(903), 하우징(904)을 갖고, 액정층(902)은 드라이버IC(905)와 접속되어 있다. 또한, 백라이트(903)에는, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자가 사용되고 있으며, 단자(906)에 의해 전류가 공급되고 있다.
- [0192] 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 액정 표시 장치의 백라이트에 적용함으로써, 소비 전력이 저감된 백라이트가 얻어진다. 또한, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 사용함으로써 면 발광의 조명 장치를 제작할 수 있으며, 대면적화도 가능하다. 이에 따라, 백라이트의 대면적화가 가능하고, 액정 표시 장치의 대면적화도 가능해진다. 또한, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 적용한 발광 장치는 종래와 비교하여 두께를 얇게 할 수 있기 때문에, 표시 장치의 박형화도 가능해진다.

- [0193] 도 10은, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 조명 장치인 전기 스탠드에 사용한 예이다. 도 10에 도시한 전기 스탠드는 하우징(2001)과, 광원(2002)을 갖고, 광원(2002)으로서 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자가 사용되고 있다.
- [0194] 도 11은, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 실내의 조명 장치(3001)로서 사용한 예이다. 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자는 소비 전력이 저감된 발광 장치이기 때문에, 소비 전력이 저감된 조명 장치로 할 수 있다. 또한, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자는 대면적화가 가능하기 때문에, 대면적의 조명 장치로서 사용할 수 있다. 또한, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자는 박형이기 때문에, 박형화한 조명 장치로서 사용하는 것이 가능해진다.
- [0195] 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자는, 자동차의 앞유리나 대시보드에도 탑재할 수 있다. 도 12에 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 자동차의 앞유리나 대시보드에 사용하는 한 형태를 나타낸다. 표시 영역(5000) 내지 표시 영역(5005)은 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 사용하여 설치할 수 있다.
- [0196] 표시 영역(5000)과 표시 영역(5001)은 자동차의 앞유리에 설치된 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 탑재한 표시 장치이다. 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자는, 제1 전극과 제2 전극을 투광성을 갖는 전극으로 제작함으로써, 반대측이 투과되어 보이는, 소위 시스루(see through) 상태의 표시 장치로 할 수 있다. 시스루 상태의 표시이면, 자동차의 앞유리에 설치했다고 해도, 시야에 방해되지 않게 설치할 수 있다. 또한, 구동을 위한 트랜지스터 등을 설치하는 경우에는, 유기 반도체 재료에 의한 유기 트랜지스터나, 산화물 반도체를 사용한 트랜지스터 등, 투광성을 갖는 트랜지스터를 사용하면 된다.
- [0197] 표시 영역(5002)은 필러 부분에 설치된 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 탑재한 표시 장치이다. 표시 영역(5002)에는, 차체에 설치된 촬상 수단으로부터의 영상을 비춤으로써, 필러로 차단된 시야를 보완할 수 있다. 또한, 마찬가지로 대시보드 부분에 설치된 표시 영역(5003)은 차체에 의해 차단된 시야를, 자동차의 외측에 설치된 촬상 수단으로부터의 영상을 비춤으로써 사각을 보충하여, 안전성을 높일 수 있다. 보이지 않는 부분을 보완하도록 영상을 비춤으로써, 보다 자연스럽게 위화감 없이 안전을 확인할 수 있다.
- [0198] 표시 영역(5004)이나 표시 영역(5005)은 내비게이션 정보, 스피드미터나 타코미터, 주행 거리, 급유량, 기어 상태, 에어컨의 설정 등, 그 밖에 다양한 정보를 제공할 수 있다. 표시는 사용자의 기호에 맞춰 적절하게 그 표시 항목이나 레이아웃을 변경할 수 있다. 또한, 이들 정보는 표시 영역(5000) 내지 표시 영역(5003)에도 설치할 수 있다. 또한, 표시 영역(5000) 내지 표시 영역(5005)은 조명 장치로서 사용하는 것도 가능하다.
- [0199] 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자는 발광 효율이 높은 발광 소자로 할 수 있다. 또한, 소비 전력이 작은 발광 장치로 할 수 있다. 이러한 점에서 표시 영역(5000) 내지 표시 영역(5005)과 같은 큰 화면을 많이 설치해도 배터리에 부하를 가하는 일이 적어, 쾌적하게 사용할 수 있기 때문에 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 사용한 발광 장치 또는 조명 장치는, 차량 탑재용 발광 장치 또는 조명 장치로서 적절하게 사용할 수 있다.
- [0200] 도 13의 (a) 및 (b)는 반으로 접을 수 있는 태블릿형 단말기의 일례이다. 도 13의 (a)는 열린 상태로, 태블릿형 단말기는 하우징(9630), 표시부(9631a), 표시부(9631b), 표시 모드 전환 스위치(9034), 전원 스위치(9035), 전력 절약 모드 전환 스위치(9036), 고정구(9033), 조작 스위치(9038)를 갖는다. 또한, 당해 태블릿 단말기는, 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 발광 소자를 구비한 발광 장치를 표시부(9631a), 표시부(9631b) 중 한 쪽 또는 양쪽에 사용함으로써 제작된다.
- [0201] 표시부(9631a)는 일부를 터치 패널 영역(9632a)으로 할 수 있고, 표시된 조작 키(9637)에 접촉함으로써 데이터 입력을 할 수 있다. 또한, 표시부(9631a)에 있어서는, 일례로서 절반의 영역이 표시만의 기능을 갖는 구성, 다른 절반의 영역이 터치 패널의 기능을 갖는 구성을 나타내고 있지만 상기 구성으로 한정되지 않는다. 표시부(9631a)의 모든 영역이 터치 패널의 기능을 갖는 구성으로 해도 된다. 예를 들어, 표시부(9631a)의 전체면을 키보드 버튼 표시시켜 터치 패널로 하고, 표시부(9631b)를 표시 화면으로서 사용할 수 있다.
- [0202] 또한, 표시부(9631b)에 있어서는 표시부(9631a)와 마찬가지로, 표시부(9631b)의 일부를 터치 패널 영역(9632b)으로 할 수 있다. 또한, 터치 패널의 키보드 표시 전환 버튼(9639)이 표시되어 있는 위치에 손가락이나 스타일러스 등으로 접촉함으로써 표시부(9631b)에 키보드 버튼을 표시할 수 있다.
- [0203] 또한, 터치 패널 영역(9632a)과 터치 패널 영역(9632b)에 대해서 동시에 터치 입력할 수도 있다.

- [0204] 또한, 표시 모드 전환 스위치(9034)는 세로 표시 또는 가로 표시 등의 표시 방향을 전환하여, 흑백 표시나 컬러 표시의 전환 등을 선택할 수 있다. 전력 절약 모드 전환 스위치(9036)는 태블릿형 단말기에 내장되어 있는 광 센서로 검출되는 사용시의 외광의 광량에 따라 표시의 휘도를 최적의 것으로 할 수 있다. 태블릿형 단말기는 광 센서뿐만 아니라, 자이로, 가속도 센서 등의 기울기를 검출하는 센서 등의 다른 검출 장치를 내장시켜도 된다.
- [0205] 또한, 도 13의 (a)에서는 표시부(9631b)와 표시부(9631a)의 표시 면적이 동일한 예를 나타내고 있지만 특별히 한정되지 않으며, 한쪽의 크기와 다른 한쪽의 크기가 상이해도 되고, 표시의 품질도 상이해도 된다. 예를 들어 한쪽이 다른쪽보다도 고정밀한 표시를 행할 수 있는 표시 패널이어도 된다.
- [0206] 도 13의 (b)는 닫힌 상태로, 본 실시 형태에 있어서의 태블릿형 단말기에서는, 하우징(9630), 태양 전지(9633), 충방전 제어 회로(9634), 배터리(9635), DCDC 컨버터(9636)를 구비하는 예를 나타낸다. 또한, 도 13의 (b)에서는 충방전 제어 회로(9634)의 일례로서 배터리(9635), DCDC 컨버터(9636)를 갖는 구성에 대해서 나타내고 있다.
- [0207] 또한, 태블릿형 단말기는 반으로 접을 수 있기 때문에, 미사용시에 하우징(9630)을 닫은 상태로 할 수 있다. 따라서, 표시부(9631a), 표시부(9631b)를 보호할 수 있기 때문에, 내구성이 우수하고, 장기간 사용하는 관점에서 신뢰성이 우수한 태블릿형 단말기를 제공할 수 있다.
- [0208] 또한, 이 밖에도 도 13의 (a) 및 (b)에 도시한 태블릿형 단말기는, 다양한 정보(정지 화상, 동화상, 텍스트 화상 등)를 표시하는 기능, 캘린더, 일자 또는 시각 등을 표시부에 표시하는 기능, 표시부에 표시한 정보를 터치 입력 조작 또는 편집하는 터치 입력 기능, 다양한 소프트웨어(프로그램)에 의해 처리를 제어하는 기능 등을 가질 수 있다.
- [0209] 태블릿형 단말기의 표면에 장착된 태양 전지(9633)에 의해, 전력을 터치 패널, 표시부 또는 영상 신호 처리부 등에 공급할 수 있다. 또한, 태양 전지(9633)는 하우징(9630)의 일면 또는 이면에 설치되어 있으면 효율적인 배터리(9635)의 충전을 행하는 구성으로 할 수 있기 때문에 적합하다.
- [0210] 또한, 도 13의 (b)에 도시한 충방전 제어 회로(9634)의 구성 및 동작에 대해서 도 13의 (c)에 블록도를 도시하여 설명한다. 도 13의 (c)에는, 태양 전지(9633), 배터리(9635), DCDC 컨버터(9636), 컨버터(9638), 스위치(SW1 내지 SW3), 표시부(9631)에 대해서 나타내고 있고, 배터리(9635), DCDC 컨버터(9636), 컨버터(9638), 스위치(SW1 내지 SW3)가 도 13의 (b)에 도시한 충방전 제어 회로(9634)에 대응하는 개소가 된다.
- [0211] 우선 외광에 의해 태양 전지(9633)에 의해 발전이 되는 경우의 동작의 예에 대해서 설명한다. 태양 전지에서 발전된 전력은, 배터리(9635)를 충전하기 위한 전압이 되도록 DCDC 컨버터(9636)로 승압 또는 강압이 이루어진다. 그리고, 표시부(9631)의 동작에 태양 전지(9633)로 충전된 전력이 사용될 때에는 스위치 SW1을 온으로 하고, 컨버터(9638)로 표시부(9631)에 필요한 전압으로 승압 또는 강압을 하게 된다. 또한, 표시부(9631)에서의 표시를 행하지 않을 때에는, SW1을 오프로 하고, SW2를 온으로 하여 배터리(9635)의 충전을 행하는 구성으로 하면 된다.
- [0212] 또한, 태양 전지(9633)에 대해서는, 발전 수단의 일례로서 나타냈지만, 발전 수단은 특별히 한정되지 않으며, 압전 소자(피에조 소자)나 열전 변환 소자(펠티에 소자) 등의 다른 발전 수단에 의해 배터리(9635)의 충전을 행하는 구성이어도 된다. 무선(비접촉)으로 전력을 송수신하여 충전하는 무접점 전력 전송 모듈이나, 다른 충전 수단을 조합하여 행하는 구성으로 해도 되고, 발전 수단을 갖지 않아도 된다.
- [0213] 또한, 상기 표시부(9631a) 또는 (9631b)를 구비하고 있으면, 도 13에 도시한 형상의 태블릿형 단말기로 한정되지 않는다.
- [0214] [실시에 1]
- [0215] 본 실시예에서는 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 본 발명의 한 형태에 상당하는 발광 소자의 제작 방법 및 특성에 대해서 설명한다. 이하에 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 화학식을 나타낸다.



[0216]

[0217]

이어서, 본 실시예의 발광 소자의 제작 방법을 나타낸다.

[0218]

우선, 유리 기판 위에 산화 규소를 포함하는 산화인듐-산화주석(ITSO)을 스퍼터링법으로 성막하고, 제1 전극(101)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다. 여기서, 제1 전극(101)은 발광 소자의 양극으로서 기능하는 전극이다.

[0219]

이어서, 기판 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서, 기판 표면을 물로 세정하고 200℃에서 1시간 소성 후, UV 오존 처리를 370초 행하였다.

[0220]

그 후, 10^{-4} Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에 있어서, 170℃에서 30분간 진공 소성을 행한 후, 기판을 30분 정도 방냉하였다.

[0221]

이어서, 제1 전극(101)이 형성된 면이 하방이 되도록, 제1 전극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정하고, 10^{-4} Pa 정도까지 감압한 후, 제1 전극(101) 위에 저항 가열을 사용한 증착법에 의해 상기 화학식 (i)로 표현되는 4,4',4''-(벤젠-1,3,5-트리일)트리(디벤조티오펜)(약칭: DBT3P-II)과 산화몰리브덴(VI)을 공증착함으로써 정공 주입층(111)을 형성하였다. 그 막 두께는, 40nm로 하고, DBT3P-II와 산화몰리브덴의 비율은, 중량비로 4:2(=DBT3P-II:산화몰리브덴)가 되도록 조절하였다. 또한, 공증착법이란, 하나의 처리실 내에서 복수의 증발원으로부터 동시에 증착을 행하는 증착법이다.

[0222]

이어서, 정공 주입층(111) 위에 상기 화학식 (ii)로 표현되는 4-페닐-4'-(9-페닐플루오렌-9-일)트리페닐아민(약칭: BPAFLP)을 20nm의 막 두께가 되도록 성막하고, 정공 수송층(112)을 형성하였다.

[0223]

또한, 정공 수송층(112) 위에 상기 화학식 (iii)으로 표현되는 2-[3-(디벤조티오펜-4-일)페닐]디벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTPDBq-II)과 상기 화학식 (iv)로 표현되는 4-페닐-4'-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭: PCBA1BP)과 상기 화학식 (v)로 표현되는 (2,3,5-트리페닐피리디나토)(디피발로일메타나토)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$)을 중량비 0.5:0.5:0.05(=2mDBTPDBq-II:PCBA1BP: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$)가 되도록 20nm 공 증착하여 제2 발광층(113b)으로 하고, 상기 화학식 (vi)으로 표현되는 3,5-비스[3-(9H-카르바졸-9-일)페닐]피리딘(약칭: 35DCzPPy)과 상기 화학식 (vii)로 표현되는, 3,3'-비스(9-페닐-9H-카르바졸)(약칭: PCCP)과, 상기 화

학식 (viii)로 표현되는 트리스{2-[5-(2-메틸페닐)-4-(2,6-디메틸페닐)-4H-1,2,4-트리아졸-3-일-κ N2]페닐-κ C}이리듐(III)(약칭: [Ir(mpptz-dmp)₃])을 중량비 0.5:0.5:0.06(=35DCzPPy:PCCP:[Ir(mpptz-dmp)₃])이 되도록 30nm 공증착하여 제1 발광층(113a)을 형성하였다.

[0224] 그 후, 발광층(113) 위에 상기 화학식 (ix)로 표현되는 2-[3-(디벤조티오펜-4-일)페닐]-1-페닐-1H-벤즈이미다졸 (약칭: mDBTBI-III)을 막 두께 10nm가 되도록 성막하고, 추가로 상기 화학식 (x)으로 표현되는 바소페난트롤린 (약칭: BPhen)을 20nm가 되도록 성막하여 전자 수송층(114)을 형성하였다.

[0225] 전자 수송층(114)을 형성한 후, 불화리튬(LiF)을 1nm의 막 두께가 되도록 증착하고, 전자 주입층(115)을 형성하였다.

[0226] 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제2 전극(102)으로서, 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써, 본 실시예의 발광 소자 1을 제작하였다.

[0227] 또한, 상술한 증착 과정에 있어서, 증착은 모두 저항 가열법을 사용하였다.

[0228] 이상에 의해 얻어진 발광 소자 1의 소자 구조를 표 1에 나타내었다.

표 1

| | 제1 전극 | 정공 주입층 | 정공 수송층 | 발광층 | 전자 수송층 | 전자 주입층 | 제2 전극 |
|--------|-------------|--------------------------------------|---------------|------|-----------------------------------|-----------|------------|
| 발광소자 1 | ITO (110nm) | DBT3P-II:MoO _x (4:2 40nm) | BPAFLP (20nm) | * ** | mDBTBI-III (10nm) Bphen (20nm) | LiF (1nm) | Al (200nm) |

* 2mDBTPDBq-II:PCBA1BP:[Ir(tppr)₂(dpm)] (0.5:0.5:0.05 20nm)
** 35DCzPPy:PCCP:[Ir(mpptz-dmp)₃] (0.5:0.5:0.06 30nm)

[0230] 발광 소자 1을 질소 분위기의 글로브 박스 내에 있어서, 대기에 노출되지 않도록 유리 기판에 의해 밀봉하는 작업(시일재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉시에 80℃에서 1시간 열처리)을 행하였다.

[0231] 이 발광 소자의 소자 특성에 대해서 측정을 행하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 행하였다.

[0232] 발광 소자 1에 0.1mA의 전류를 흘렸을 때의 발광 스펙트럼을 도 14에 도시한다. 도 14로부터, 발광 소자 1은 [Ir(mpptz-dmp)₃] 유래의 청색 파장의 광과 [Ir(tppr)₂(dpm)] 유래의 적색 파장의 광이 모두 포함되는 발광 스펙트럼을 나타내는 것을 알 수 있었다.

[0233] 계속해서, 발광 소자 1의 휘도-전류 효율 특성을 도 15에, 휘도-외부 양자 효율 특성을 도 16에, 전압-휘도 특성을 도 17에, 휘도-파워 효율 특성을 도 18에 도시하였다. 또한, 1000cd/m² 부근에 있어서의 주요한 특성을 하기 표 2에 나타내었다.

표 2

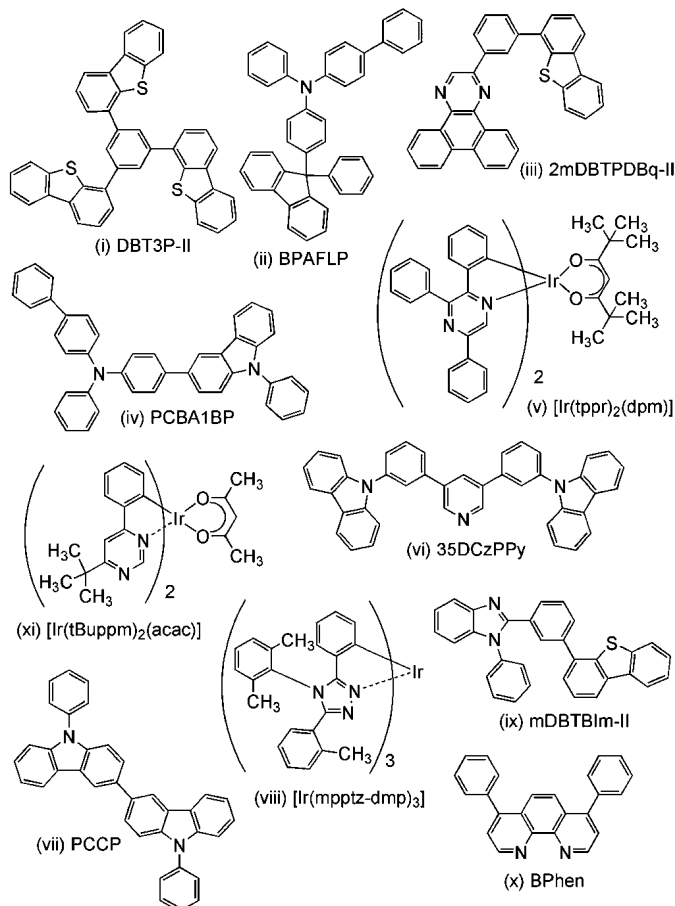
| | 전압 (V) | 전류 (mA) | 전류 밀도 (mA/cm ²) | 색도 (x,y) | 전류 효율 (cd/A) | 파워 효율 (lm/W) | 외부 양자 효율 (%) |
|--------|--------|---------|-----------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 발광소자 1 | 4.6 | 0.11 | 2.6 | (0.53,0.36) | 36 | 24 | 25 |

[0234] 이상과 같이, 발광 소자 1은 양호한 소자 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다. 특히, 도 15, 도 16으로부터 알 수 있는 바와 같이, 매우 양호한 발광 효율을 가지며, 외부 양자 효율은 실용 휘도(1000cd/m²) 부근에 있어서, 25%로 높은 값을 나타냈다. 또한, 도 17로부터, 발광 소자 1이 양호한 전압-휘도 특성을 가지며, 구동 전압이 작은 발광 소자인 것을 알 수 있다. 결과적으로 도 18에 도시한 바와 같이, 양호한 파워 효율을 갖는 발광 소자가 되었다.

[0236] 이와 같이 본 발명의 한 형태에 상당하는 발광 소자 1은 양호한 소자 특성을 가지며, 2종의 발광 중심 물질로부터의 광이 균형있게 얻어지는 발광 소자인 것을 알 수 있었다.

[0237] [실시예 2]

[0238] 본 실시예에서는 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 본 발명의 한 형태에 상당하는 발광 소자의 제작 방법 및 특성에 대해서 설명한다. 이하에, 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 화학식을 나타낸다. 본 실시예에서는 발광층(113)에 제1 발광층(113a), 제2 발광층(113b) 및 제3 발광층(113c)이 포함되는 발광 소자 2 및 발광 소자 3을 제작하였다.



[0239]

[0240] 이어서, 본 실시예의 발광 소자 2의 제작 방법을 나타낸다.

[0241] 우선, 유리 기판 위에 산화 규소를 포함하는 산화인듐-산화주석(ITSO)을 스퍼터링법으로 성막하고, 제1 전극(101)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다. 여기서, 제1 전극(101)은 발광 소자의 양극으로서 기능하는 전극이다.

[0242] 이어서, 기판 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서, 기판 표면을 물로 세정하고, 200℃에서 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 행하였다.

[0243] 그 후, 10⁻⁴Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에 있어서, 170℃에서 30분간의 진공 소성을 행한 후, 기판을 30분 정도 방냉하였다.

[0244] 이어서, 제1 전극(101)이 형성된 면이 하방이 되도록, 제1 전극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정하고, 10⁻⁴Pa 정도까지 감압한 후, 제1 전극(101) 위에 저항 가열을 사용한 증착법에 의해 DBT3P-II와 산화몰리브덴(VI)을 공증착함으로써, 정공 주입층(111)을 형성하였다. 그 막 두께는 40nm로 하고, DBT3P-II와 산화몰리브덴의 비율은 증량비로 4:2(=DBT3P-II:산화몰리브덴)가 되도록 조절하였다. 또한, 공증착법이란, 하나의 처리실 내에서 복수의 증발원으로부터 동시에 증착을 행하는 증착법이다.

[0245] 이어서, 정공 주입층(111) 위에 BPAFLP를 20nm의 막 두께가 되도록 성막하고, 정공 수송층(112)을 형성하였다.

- [0246] 또한, 정공 수송층(112) 위에 2mDBTPDBq-II와 PCBA1BP와 $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$ 을 중량비 0.5:0.5:0.05(=2mDBTPDBq-II:PCBA1BP: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$)가 되도록 10nm 공증착하여 제3 발광층(113c)으로 하고, 2mDBTPDBq-II와 PCBA1BP와 상기 화합식 (xi)로 표현되는 (아세틸아세토나토)비스(6-tert-부틸-4-페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$)을 중량비 0.5:0.5:0.05(=2mDBTPDBq-II:PCBA1BP: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$)가 되도록 5nm 공증착하여 제2 발광층(113b)으로 하고, 35DCzPPy와 PCCP와 $[\text{Ir}(\text{mpptz-dmp})_3]$ 을 중량비 0.5:0.5:0.06(=35DCzPPy:PCCP: $[\text{Ir}(\text{mpptz-dmp})_3]$)이 되도록 30nm 공증착하여 제1 발광층(113a)을 형성하였다.
- [0247] 그 후, 발광층(113) 위에 mDBTBI-II를 막 두께 10nm가 되도록 성막하고, 추가로 BPhen을 20nm가 되도록 성막하여 전자 수송층(114)을 형성하였다.
- [0248] 전자 수송층(114)을 형성한 후, 불화리튬(LiF)을 1nm의 막 두께가 되도록 증착하고, 전자 주입층(115)을 형성하였다.
- [0249] 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제2 전극(102)로서, 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써, 본 실시예의 발광 소자 2를 제작하였다.
- [0250] 또한, 상술한 증착 과정에 있어서, 증착은 모두 저항 가열법을 사용하였다.
- [0251] 계속해서, 발광 소자 3의 제작 방법에 대해서 설명한다. 발광 소자 3은 발광 소자 2에 있어서의 제2 발광층(113b)의 막 두께를 5nm로부터 10nm로 변경함으로써 제작하였다. 그 밖의 구성에 대해서는 발광 소자 2와 동일하다.
- [0252] 이상에 의해 얻어진 발광 소자 2 및 발광 소자 3의 소자 구조를 표 3에 나타내었다.

표 3

| | 제1 전극 | 정공 주입층 | 정공 수송층 | 발광층 | | | 전자 수송층 | | 전자 주입층 | 제2 전극 |
|--------|--------------|---------------------------|---------------|-----|------|-----|------------------|--------------|-----------|------------|
| 발광소자 2 | ITSO (110nm) | DBT3P-II :MoOx (4:2 40nm) | BPAFLP (20nm) | * | ** | *** | mDBTBI-II (10nm) | Bphen (20nm) | LiF (1nm) | Al (200nm) |
| 발광소자 3 | ITSO (110nm) | DBT3P-II :MoOx (4:2 40nm) | BPAFLP (20nm) | * | **** | *** | mDBTBI-II (10nm) | Bphen (20nm) | LiF (1nm) | Al (200nm) |

* 2mDBTPDBq-II:PCBA1BP: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$ (0.5:0.5:0.05 10nm)
 ** 2mDBTPDBq-II:PCBA1BP: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ (0.5:0.5:0.05 5nm)
 *** 35DCzPPy:PCCP: $[\text{Ir}(\text{mpptz-dmp})_3]$ (0.5:0.5:0.06 30nm)
 **** 2mDBTPDBq-II:PCBA1BP: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ (0.5:0.5:0.05 10nm)

- [0253]
- [0254] 발광 소자 2 및 발광 소자 3을 질소 분위기의 글로브 박스 내에 있어서, 대기에 노출되지 않도록 유리 기판에 의해 밀봉하는 작업(시일재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉시에 80℃에서 1시간 열처리)을 행하였다.
- [0255] 이 발광 소자의 소자 특성에 대해서 측정을 행하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 행하였다.
- [0256] 발광 소자 2 및 발광 소자 3에 0.1mA의 전류를 흘렸을 때의 발광 스펙트럼을 도 19에 도시하였다. 도 19에서는 발광 소자 2 및 발광 소자 3에 모두 $[\text{Ir}(\text{mpptz-dmp})_3]$ 유래의 청색 파장의 광과, $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ 유래의 녹색의 광, 그리고 $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$ 유래의 적색 파장의 광이 모두 포함되는 발광 스펙트럼을 나타내는 것을 알 수 있었다. 특히 발광 소자 2는 조명에 있어서의 JIS 규격에 합치하는 광을 발광하였다.
- [0257] 계속해서, 발광 소자 2 및 발광 소자 3의 휘도-전류 효율 특성을 도 20에, 휘도-외부 양자 효율 특성을 도 21에, 전압-휘도 특성을 도 22에, 휘도-파워 효율 특성을 도 23에 도시하였다.
- [0258] 또한, 1000cd/m₂ 부근에 있어서의 주요한 특성을 표 4에 나타내었다.

표 4

| | 전압 (V) | 전류 (mA) | 전류 밀도 (mA/cm ²) | 색도 (x,y) | 전류 효율 (cd/A) | 파워 효율 (lm/W) | 외부 양자 효율 (%) |
|-----------|-----------|------------|--------------------------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 발광소자 2 | 4.6 | 0.083 | 2.1 | (0.46,0.44) | 47 | 32 | 22 |
| 발광소자 3 | 4.6 | 0.084 | 2.1 | (0.44,0.46) | 52 | 36 | 22 |

[0259]

[0260]

이상과 같이, 발광 소자 2 및 발광 소자 3은 양호한 소자 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다. 특히, 도 20, 도 21로부터 알 수 있는 바와 같이, 매우 양호한 발광 효율을 가지며, 외부 양자 효율은 실용 휘도(1000cd/m²) 부근에 있어서, 20%를 초과하는 높은 값을 나타냈다. 또한, 도 22로부터, 발광 소자 2 및 발광 소자 3이 양호한 전압-휘도 특성을 갖고, 구동 전압이 작은 발광 소자인 것을 알 수 있다. 결과적으로 도 23에 도시한 바와 같이, 양호한 파워 효율을 갖는 발광 소자가 되었다.

[0261]

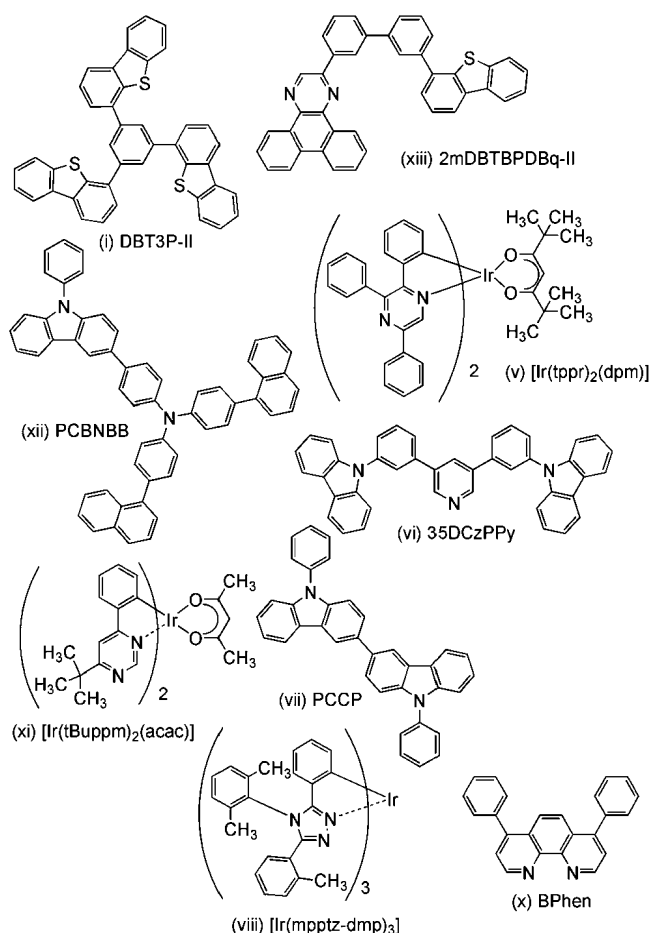
이와 같이 본 발명의 한 형태에 해당하는 발광 소자 2 및 발광 소자 3은 양호한 소자 특성을 가지며, 3종의 발광 중심 물질로부터의 광이 균형있게 얻어지는 발광 소자인 것을 알 수 있었다.

[0262]

[실시예 3]

[0263]

본 실시예에서는 실시 형태 1 내지 실시 형태 3에 기재된 본 발명의 한 형태에 해당하는 발광 소자의 제작 방법 및 특성에 대해서 설명한다. 이하에, 본 실시예에서 사용한 유기 화합물의 화학식을 나타낸다. 본 실시예에서는 발광층(113)에 제1 발광층(113a), 제2 발광층(113b) 및 제3 발광층(113c)이 포함되는 발광 소자 4를 제작하였다.



[0264]

- [0265] 이어서, 본 실시예의 발광 소자 4의 제작 방법을 나타낸다.
- [0266] 우선, 유리 기판 위에 산화 규소를 포함하는 산화인듐-산화주석(ITSO)을 스퍼터링법으로 성막하고, 제1 전극(101)을 형성하였다. 또한, 그 막 두께는 110nm로 하고, 전극 면적은 2mm×2mm로 하였다. 여기서, 제1 전극(101)은 발광 소자의 양극으로서 기능하는 전극이다.
- [0267] 이어서, 기판 위에 발광 소자를 형성하기 위한 전처리로서, 기판 표면을 물로 세정하고 200℃에서 1시간 소성한 후, UV 오존 처리를 370초 행하였다.
- [0268] 그 후, 10^{-4} Pa 정도까지 내부가 감압된 진공 증착 장치에 기판을 도입하고, 진공 증착 장치 내의 가열실에 있어서, 170℃에서 30분간의 진공 소성을 행한 후, 기판을 30분 정도 방냉하였다.
- [0269] 이어서, 제1 전극(101)이 형성된 면이 하방이 되도록, 제1 전극(101)이 형성된 기판을 진공 증착 장치 내에 설치된 기판 홀더에 고정하고, 10^{-4} Pa 정도까지 감압한 후, 제1 전극(101) 위에 저항 가열을 사용한 증착법에 의해 DBT3P-II와 산화몰리브덴(VI)을 공증착함으로써, 정공 주입층(111)을 형성하였다. 그 막 두께는 40nm로 하고, DBT3P-II와 산화몰리브덴의 비율은, 중량비로 4:2(=DBT3P-II:산화몰리브덴)가 되도록 조절하였다. 또한, 공증착법이란, 하나의 처리실 내에서 복수의 증발원으로부터 동시에 증착을 행하는 증착법이다.
- [0270] 이어서, 정공 주입층(111) 위에 상기 화학식 (xii)로 표현되는 4,4'-(1-나프틸)-4''-(9-페닐-9H-카르바졸-3-일)트리페닐아민(약칭: PCBNBB)을 20nm의 막 두께가 되도록 성막하고, 정공 수송층(112)을 형성하였다.
- [0271] 또한, 정공 수송층(112) 위에 상기 화학식 (xiii)으로 표현되는 2-[3'-(디벤조티오펜-4-일)비페닐-3-일]디벤조[f,h]퀴놀살린(약칭: 2mDBTBPDq-II)과 PCBNBB와 $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$ 을 중량비 0.5:0.5:0.05(=2mDBTBPDq-II:PCBNBB:[$\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})$])가 되도록 20nm 공증착하여 제3 발광층(113c)으로 하고, 2mDBTBPDq-II와 PCBNBB와 $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ 를 중량비 0.5:0.5:0.05(=2mDBTBPDq-II:PCBNBB:[$\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})$])가 되도록 10nm 공증착하여 제2 발광층(113b)으로 하고, 35DCzPPy와 PCCP와 $[\text{Ir}(\text{mpptz-dmp})_3]$ 을 중량비 0.7:0.3:0.06(=35DCzPPy:PCCP:[$\text{Ir}(\text{mpptz-dmp})_3$])이 되도록 30nm 공증착하여 제1 발광층(113a)을 형성하였다.
- [0272] 그 후, 발광층(113) 위에 35DCzPPy를 막 두께 10nm가 되도록 성막하고, 추가로 BPhen을 20nm가 되도록 성막하고, 전자 수송층(114)을 형성하였다.
- [0273] 전자 수송층(114)을 형성한 후, 불화리튬(LiF)을 1nm의 막 두께가 되도록 증착하고, 전자 주입층(115)을 형성하였다.
- [0274] 마지막으로, 음극으로서 기능하는 제2 전극(102)으로서, 알루미늄을 200nm의 막 두께가 되도록 증착함으로써, 본 실시예의 발광 소자 4를 제작하였다.
- [0275] 또한, 상술한 증착 과정에 있어서, 증착은 모두 저항 가열법을 사용하였다.
- [0276] 이상에 의해 얻어진 발광 소자 4의 소자 구조를 표 5에 나타내었다.

표 5

| | 제1 전극 | 정공 주입층 | 정공 수송층 | 발광층 | | | 전자 수송층 | | 전자 주입층 | 제2 전극 |
|-----------|-----------------|---|------------------|-----|----|-----|--------------------|-----------------|--------------|---------------|
| 발광소자 4 | ITSO (110nm) | DBT3P-II :MoO _x (4:2 40nm) | PCBNBB (20nm) | * | ** | *** | 35DCzPPy (10nm) | Bphen (20nm) | LiF (1nm) | Al (200nm) |

* 2mDBTBPDq-II:PCBNBB:[$\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})$] (0.5:0.5:0.05 20nm)

** 2mDBTBPDq-II:PCBNBB:[$\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})$] (0.5:0.5:0.05 10nm)

*** 35DCzPPy:PCCP:[$\text{Ir}(\text{mpptz-dmp})_3$] (0.7:0.3:0.06 30nm)

- [0277]
- [0278] 발광 소자 4를 질소 분위기의 글로브 박스 내에 있어서, 대기에 노출되지 않도록 유리 기판에 의해 밀봉하는 작업(시일재를 소자의 주위에 도포하고, 밀봉시에 80℃에서 1시간 열처리)을 행하였다.

- [0279] 이 발광 소자의 소자 특성에 대해서 측정을 행하였다. 또한, 측정은 실온(25℃로 유지된 분위기)에서 행하였다.
- [0280] 발광 소자 4에 0.1mA의 전류를 흘렸을 때의 발광 스펙트럼을 도 24에 도시하였다. 도 24에서는 [Ir(mpptz-dmp)₃] 유래의 청색 파장의 광과, [Ir(tBuppm)₂(acac)] 유래의 녹색의 광, 그리고 [Ir(tppr)₂(dpm)] 유래의 적색 파장의 광이 모두 포함되는 발광 스펙트럼을 나타내는 것을 알 수 있었다.
- [0281] 계속해서, 발광 소자 4의 휘도-전류 효율 특성을 도 25에, 휘도-외부 양자 효율 특성을 도 26에, 전압-휘도 특성을 도 27에, 휘도-파워 효율 특성을 도 28에 도시하였다. 또한, 1000cd/m² 부근에 있어서의 주요한 특성을 표 6에 나타내었다.

표 6

| | 전압 (V) | 전류 (mA) | 전류 밀도 (mA/cm ²) | 색도 (x,y) | 전류 효율 (cd/A) | 파워 효율 (lm/W) | 외부 양자 효율 (%) |
|-----------|-----------|------------|--------------------------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 발광소자 4 | 4.4 | 0.092 | 2.3 | (0.53,0.41) | 38 | 27 | 23 |

- [0282]
- [0283] 이상과 같이, 발광 소자 4는 양호한 소자 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다. 특히, 도 25, 도 26으로부터 알 수 있는 바와 같이, 매우 양호한 발광 효율을 가지며, 외부 양자 효율은 실용 휘도(1000cd/m²) 부근에 있어서, 20%를 초과하는 높은 값을 나타냈다. 또한, 도 27로부터, 발광 소자 4가 양호한 전압-휘도 특성을 갖고, 구동 전압이 작은 발광 소자인 것을 알 수 있다. 결과적으로 도 28에 도시한 바와 같이, 양호한 파워 효율을 갖는 발광 소자가 되었다.
- [0284] 이와 같이 본 발명의 한 형태에 해당하는 발광 소자 4는 양호한 소자 특성을 가지며, 3종의 발광 중심 물질로부터의 광이 균형있게 얻어지는 발광 소자인 것을 알 수 있었다.
- [0285] 또한, 초기 휘도를 3000cd/m²로 하고, 전류 밀도가 일정한 조건으로 발광 소자 4를 구동하여, 신뢰성 시험을 행한 결과를 도 29에 도시하였다. 도 29는, 초기 휘도를 100%로 한 규격화 휘도의 변화를 나타내고 있다. 이 결과로부터, 발광 소자 4는 구동 시간에 수반하는 휘도 저하가 작은, 양호한 신뢰성을 갖는 발광 소자인 것을 알 수 있다.
- [0286] (참고예 1)
- [0287] 상술한 실시예에 있어서 각 발광 소자에 사용한 35DCzPPy, PCCP, 2mDBTPDBq-II, PCBA1BP, 2mDBTPDBq-II, PCBNBB의 삼중항 여기 에너지에 대해서 측정하였다. 또한, 삼중항 여기 에너지의 측정은 각 물질의 인광 발광을 측정하고, 인광 발광 파장을 전자 볼트로 환산함으로써 구하였다. 측정 조건으로는, 325nm의 여기광을 각 물질에 조사하고, 측정 온도 10K로 측정하였다. 또한, 에너지 준위의 측정은, 발광 파장보다 흡수 파장으로부터 산출한 것이 정밀도는 높다. 그러나, 삼중항 여기 에너지의 흡수는 매우 미약해서 측정이 곤란하기 때문에, 여기서는 인광 스펙트럼의 가장 단파장측에 위치하는 피크 파장을 측정함으로써 삼중항 여기 에너지를 구하였다. 따라서, 측정값에 다소의 오차를 포함하는 것으로 한다.
- [0288] 측정한 인광 발광을 도 30 내지 도 35에 도시하였다. 또한, 측정 결과를 표 7에 통합하였다. 이 결과로 알 수 있는 바와 같이, 제1 발광층에 사용된 35DCzPPy 및 PCCP는 제2 발광층 또는 제3 발광층에 사용된 2mDBTPDBq-II, PCBA1BP, 2mDBTPDBq-II, PCBNBB보다 삼중항 여기 에너지가 높은 것을 알 수 있다.

표 7

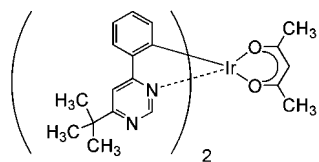
각 물질의 삼중항 여기 에너지 준위

| | |
|--------------|---------|
| 35DCzPPy | 2.74 eV |
| PCCP | 2.64 eV |
| 2mDBTPDBq-II | 2.40 eV |
| PCBA1BP | 2.46 eV |
| 2mDBTPDBq-II | 2.41 eV |
| PCBNBB | 2.21 eV |

[0289]

[0290] (참고예 2)

[0291] 상기 실시예에서 사용한 유기 금속 착체, (아세틸아세토나토)비스(6-tert-부틸-4-페닐피리미디나토)이리듐(III)(별명: 비스 [2-(6-tert-부틸-4-피리미디닐-κN3)페닐-κC](2,4-펜탄디오나토-κ²O,0')이리듐(III))(약칭: [Ir(tBuppm)₂(acac)])의 합성예를 나타낸다. 또한, [Ir(tBuppm)₂(acac)]의 구조를 이하에 나타내었다.

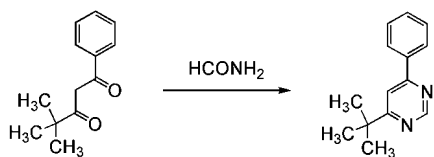


Ir(tBuppm)₂(acac)

[0292]

[0293] <스텝 1; 4-tert-부틸-6-페닐피리미딘(약칭: HtBuppm)의 합성>

[0294] 우선, 4,4-디메틸-1-페닐펜탄-1,3-디온(22.5g과 포름아미드 50g을 환류관을 부착한 가지 플라스크에 넣어 내부를 질소 치환하였다. 이 반응 용기를 가열함으로써 반응 용액을 5시간 환류시켰다. 그 후, 이 용액을 수산화나트륨 수용액에 주입하고, 디클로로메탄으로 유기층을 추출하였다. 얻어진 유기층을 물, 포화 식염수로 세정하고, 황산마그네슘으로 건조시켰다. 건조한 후의 용액을 여과하였다. 이 용액의 용매를 증류 제거한 후, 얻어진 잔사를 헥산:아세트산에틸=10:1(체적비)을 전개 용매로 하는 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하고, 피리미딘 유도체 HtBuppm을 얻었다(무색 유상물, 수율 14%). 스텝 1의 합성 스킴을 이하에 나타내었다.

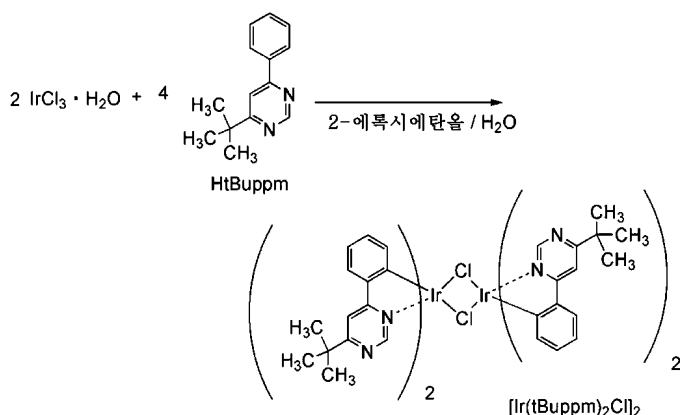


HtBuppm

[0295]

[0296] <스텝 2; 디-μ-클로로-비스[비스(6-tert-부틸-4-페닐피리미디나토)이리듐(III)](약칭: [Ir(tBuppm)₂Cl]₂)의 합성>

[0297] 이어서, 2-에톡시에탄올 15mL와 물 5mL, 상기 스텝 1에서 얻은 HtBuppm 1.49g, 염화이리듐 수화물(IrCl₃·H₂O) 1.04g을, 환류관을 부착한 가지 플라스크에 넣어 플라스크 내를 아르곤 치환하였다. 그 후, 마이크로파(2.45GHz 100W)를 1시간 조사하고, 반응시켰다. 용매를 증류 제거한 후, 얻어진 잔사를 에탄올로 흡인 여과, 세정하여 복핵 착체 [Ir(tBuppm)₂Cl]₂를 얻었다(황녹색 분말, 수율 73%). 스텝 2의 합성 스킴을 이하에 나타내었다.

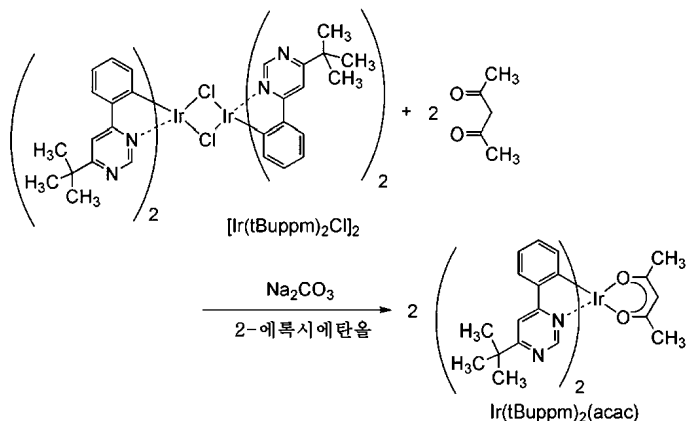


[0298]

[0299] <스텝 3; (아세틸아세토나토)비스(6-tert-부틸-4-페닐피리미디나토)이리듐(III)(약칭: [Ir(tBuppm)₂(acac)])의

합성>

[0300] 또한, 2-에톡시에탄올 40mL, 상기 스텝 2에서 얻은 복핵 착체 $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2\text{Cl}]_2$ 1.61g, 아세틸아세톤 0.36g, 탄산나트륨 1.27g을, 환류관을 부착한 가지 플라스크에 넣어 플라스크 내를 아르곤 치환하였다. 그 후, 마이크로파(2.45GHz 120W)를 60분간 조사하고, 반응시켰다. 용매를 증류 제거하고, 얻어진 잔사를 에탄올로 흡인 여과하고, 물, 에탄올로 세정하였다. 이 고체를 디클로로메탄에 용해시켜, 셀라이트(와코 준야꾸 고교 가부시끼가이샤, 카탈로그 번호: 531-16855), 알루미늄, 셀라이트의 차례로 적층한 여과 보조제를 통과시켜 여과하였다. 용매를 증류 제거하여 얻어진 고체를 디클로로메탄과 헥산의 혼합 용매로 재결정함으로써, 목적물을 황색 분말로서 얻었다(수율 68%). 스텝 3의 합성 스킴을 이하에 나타내었다.



[0301]

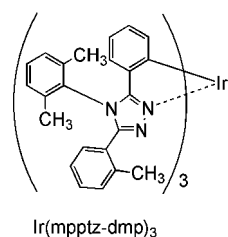
[0302] 상기 스텝 3에서 얻어진 황색 분말의 핵자기 공명 분광법(^1H NMR)에 의한 분석 결과를 하기에 나타내었다. 이 결과로부터, 유기 금속 착체 $\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})$ 가 얻어진 것을 알 수 있었다.

^1H NMR. δ (CDCl_3): 1. 50 (s, 18H), 1. 79 (s, 6H), 5. 26 (s, 1H), 6. 33 (d, 2H), 6. 77 (t, 2H), 6. 85 (t, 2H), 7. 70 (d, 2H), 7. 76 (s, 2H), 9. 02 (s, 2H)

[0303]

[0304] (참고예 3)

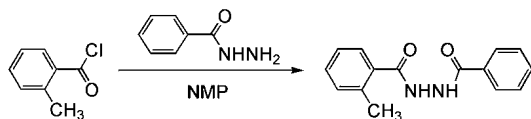
[0305] 본 참고예에서는, 상기 실시예에서 사용한 트리스{2-[5-(2-메틸페닐)-4-(2,6-디메틸페닐)-4H-1,2,4-트리아졸-3-일- $\kappa\text{N}2$]페닐- κC }이리듐(III)(약칭: $[\text{Ir}(\text{mpptz-dmp})_3]$)의 합성 방법에 대해서 설명한다. $[\text{Ir}(\text{mpptz-dmp})_3]$ 의 구조를 이하에 나타내었다.



[0306]

[0307] <스텝 1; N-벤조일-N'-2-메틸벤조일히드라지드의 합성>

[0308] 우선 벤조일히드라진 15.0g(110.0mmol), N-메틸-2-피롤리디논(NMP) 75ml를 300ml 3구 플라스크로 넣고, 빙냉하에서 교반하였다. 이 혼합 용액에 o-톨루일산클로라이드 17.0g(110.0mmol)과 N-메틸-2-피롤리디논(NMP) 15ml의 혼합 용액을 천천히 적하하였다. 적하 후, 실온에서 24시간 교반하였다. 소정 시간 반응 후, 이 반응 용액을 물 500ml에 천천히 첨가하면, 백색 고체가 석출되었다. 석출된 고체를 물과 1M 염산으로 교대로 초음파 세정하였다. 그 후, 헥산으로 초음파 세정을 행하여 N-벤조일-N'-2-메틸벤조일히드라지드의 백색 고체를 19.5g, 수율 70%로 얻었다. 이하에, 스텝 1의 합성 스킴을 나타낸다.

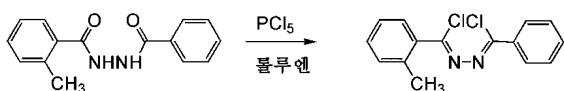


[0309]

[0310] <스텝 2; N-[1-클로로-1-(2-메틸페닐)]메틸리덴-N'-[1-클로로-(1-페닐)]메틸리덴]히드라진의 합성>

[0311] 이어서, 상기 스텝 1에서 얻은 N-벤조일-N'-2-메틸벤조일히드라지드 12.0g(47.2mmol), 톨루엔 200ml를 500ml 3구 플라스크에 넣었다.

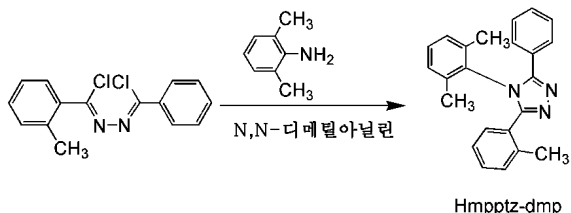
[0312] 이 혼합 용액에 오염화인 19.4g(94.4mmol)을 첨가하고, 120℃에서 6시간 가열 교반하였다. 소정 시간 반응 후, 반응 용액을 물 200ml에 천천히 주입하고, 1시간 교반하였다. 교반 후 유기층과 수층을 분리하고, 유기층을 물 및 포화탄산수소나트륨 수용액으로 세정하였다. 세정 후, 유기층을 무수 황산마그네슘으로 건조시켰다. 이 혼합물로부터 자연 여과에 의해 황산마그네슘을 제거하고, 여과액을 농축함으로써, N-[1-클로로-1-(2-메틸페닐)]메틸리덴-N'-[1-클로로-(1-페닐)]메틸리덴]히드라진의 갈색 액체를 12.6g, 수율 92%로 얻었다. 스텝 2의 합성 스킴을 이하에 나타내었다.



[0313]

[0314] <스텝 3; 3-(2-메틸페닐)-4-(2,6-디메틸페닐)-5-페닐-4H-1,2,4-트리아졸(약칭; Hmpptz-dmp)의 합성>

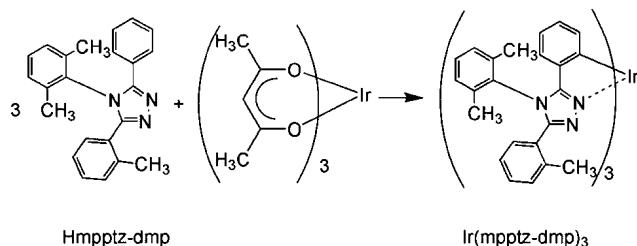
[0315] 우선, 상기 스텝 2에서 얻어진 N-[1-클로로-1-(2-메틸페닐)]메틸리덴-N'-[1-클로로-(1-페닐)]메틸리덴]히드라진 12.6g(43.3mmol), 2,6-디메틸아닐린 15.7g(134.5mmol), N,N-디메틸아닐린 100ml를 500ml 가지 플라스크에 넣고, 120℃에서 20시간 가열 교반하였다. 소정 시간 반응 후, 이 반응 용액을 1N 염산 200ml에 천천히 첨가하였다. 이 용액에 디클로로메탄을 첨가하여 유기층에 목적물을 추출하였다. 얻어진 유기층을 물, 탄산수소나트륨 수용액으로 세정하고, 황산마그네슘으로 건조시켰다. 자연 여과에 의해 황산마그네슘을 제거하고, 얻어진 여과액을 농축하고, 흑색의 액체를 얻었다. 이 액체를 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피에 의해 정제하였다. 전개 용매는 아세트산에틸:헥산=1:5로 하였다. 얻어진 부분을 농축하여 백색 고체를 얻었다. 이 고체를 아세트산에틸에 의해 재결정을 행하여 Hmpptz-dmp의 백색 고체를 4.5g, 수율 31%로 얻었다. 스텝 3의 합성 스킴을 이하에 나타내었다.



[0316]

[0317] <스텝 4; [Ir(mpptz-dmp)3]의 합성>

[0318] 상기 스텝 3에서 얻은 배위자 Hmpptz-dmp 2.5g(7.4mmol), 트리스(아세틸아세토나토)이리듐(III) 0.7g(1.5mmol)을 고온 가열 용기에 넣고, 탈기하였다. 이 반응 용기를, 내부를 Ar 플로우하면서 250℃에서 48시간 가열 교반하였다. 소정 시간 반응 후, 얻어진 고체를 디클로로메탄으로 세정하고, 불용물의 녹색 고체를 흡인 여과에 의해 얻었다. 이 고체를 톨루엔에 용해시키고, 알루미나와 셀라이트의 적층을 통과시켜 여과하였다. 얻어진 부분을 농축하여 녹색 고체를 얻었다. 이 고체를 톨루엔으로 재결정을 행하여 녹색 분말을 0.8g, 수율 45%로 얻었다. 스텝 4의 합성 스킴을 이하에 나타내었다.



[0319]

[0320] 또한, 상기 스텝 4에서 얻어진 녹색 분말의 핵자기 공명 분광법($^1\text{H-NMR}$)에 의한 분석 결과를 이하에 나타내었다. 이에 따라 본 합성 방법에 의해 $[\text{Ir}(\text{mpptz-dmp})_3]$ 이 얻어진 것을 알 수 있었다.

$^1\text{H-NMR}$, δ (톨루엔- d_8): 1.82 (s, 9H), 1.90 (s, 9H), 2.64 (s, 9H), 6.56–6.62 (m, 9H), 6.67–6.75 (m, 9H), 6.82–6.88 (m, 3H), 6.91–6.97 (t, 3H), 7.00–7.12 (m, 6H), 7.63–7.67 (d, 3H)

[0321]

부호의 설명

[0322]

- 101: 제1 전극
- 102: 제2 전극
- 103: EL층
- 111: 정공 주입층
- 112: 정공 수송층
- 113: 발광층
- 113a: 제1 발광층
- 113Da: 제1 인광성 화합물
- 113Ha1: 제1 호스트 재료
- 113Ha2: 제2 호스트 재료
- 113b: 제2 발광층
- 113Db: 제2 인광성 화합물
- 113H₁: 제1 캐리어 수송성 화합물
- 113H₂: 제2 캐리어 수송성 화합물
- 113c: 제3 발광층
- 113Dc: 제3 인광성 화합물
- 113H₃: 제3 캐리어 수송성 화합물
- 113H₄: 제4 캐리어 수송성 화합물
- 114: 전자 수송층
- 115: 전자 주입층
- 400: 기판
- 401: 제1 전극
- 402: 보조 전극
- 403: EL층
- 404: 제2 전극
- 405: 시일재
- 407: 밀봉 기판
- 412: 패드

420: IC 칩

501: 제1 전극

502: 제2 전극

511: 제1 발광 유닛

512: 제2 발광 유닛

513: 전하 발생층

601: 구동 회로부(소스선 구동 회로)

602: 화소부

603: 구동 회로부(게이트선 구동 회로)

604: 밀봉 기관

605: 시일재

607: 공간

608: 배선

609: FPC(플렉시블 프린트 서킷)

610: 소자 기관

611: 스위칭용 TFT

612: 전류 제어용 TFT

613: 제1 전극

614: 절연물

616: EL층

617: 제2 전극

618: 발광 소자

623: n 채널형 TFT

624: p 채널형 TFT

625: 건조재

901: 하우징

902: 액정층

903: 백라이트 유닛

904: 하우징

905: 드라이버 IC

906: 단자

951: 기관

952: 전극

953: 절연층

954: 격벽층

955: EL층

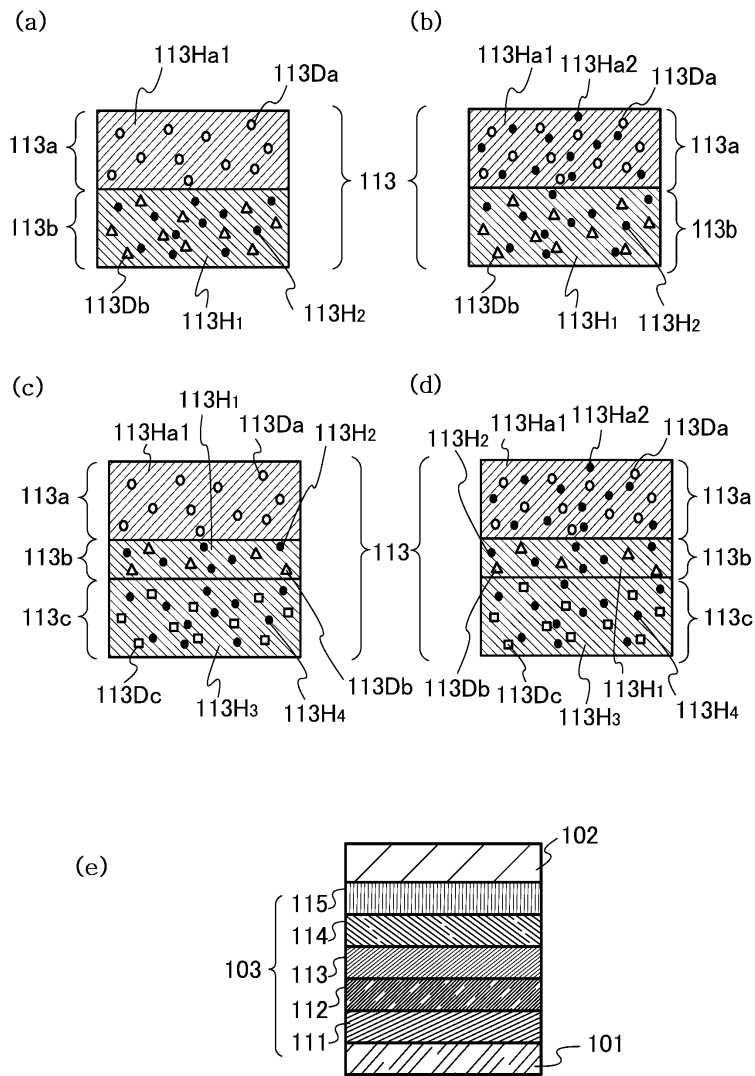
956: 전극
 1001: 기관
 1002: 하지 절연막
 1003: 게이트 절연막
 1006: 게이트 전극
 1007: 게이트 전극
 1008: 게이트 전극
 1020: 제1 층간 절연막
 1021: 제2 층간 절연막
 1022: 전극
 1024W: 발광 소자의 제1 전극
 1024R: 발광 소자의 제1 전극
 1024G: 발광 소자의 제1 전극
 1024B: 발광 소자의 제1 전극
 1025: 격벽
 1028: EL층
 1029: 발광 소자의 제2 전극
 1031: 밀봉 기관
 1032: 시일재
 1033: 투명한 기재
 1034R: 적색의 착색층
 1034G: 녹색의 착색층
 1034B: 청색의 착색층
 1035: 흑색층(블랙 매트릭스)
 1036: 오버코트층
 1037: 제3 층간 절연막
 1040: 화소부
 1041: 구동 회로부
 1042: 주변부
 1044W: 백색의 발광 영역
 1044R: 적색의 발광 영역
 1044B: 청색의 발광 영역
 1044G: 녹색의 발광 영역
 2001: 하우징
 2002: 광원
 3001: 조명 장치

5000: 표시 영역
5001: 표시 영역
5002: 표시 영역
5003: 표시 영역
5004: 표시 영역
5005: 표시 영역
7101: 하우징
7103: 표시부
7105: 스탠드
7107: 표시부
7109: 조작 키
7110: 리모콘 조작기
7201: 본체
7202: 하우징
7203: 표시부
7204: 키보드
7205: 외부 접속 포트
7206: 포인팅 디바이스
7210: 제2 표시부
7301: 하우징
7302: 하우징
7303: 연결부
7304: 표시부
7305: 표시부
7306: 스피커부
7307: 기록 매체 삽입부
7308: LED 램프
7309: 조작 키
7310: 접속 단자
7311: 센서
7401: 하우징
7402: 표시부
7403: 조작 버튼
7404: 외부 접속 포트
7405: 스피커
7406: 마이크

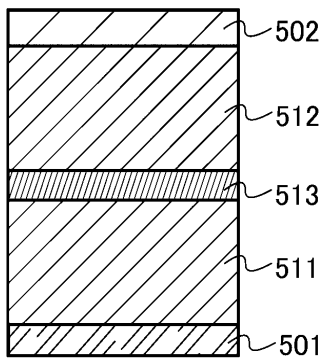
9033: 고정구
9034: 스위치
9035: 전원 스위치
9036: 스위치
9038: 조작 스위치
9630: 하우징
9631: 표시부
9631a: 표시부
9631b: 표시부
9632a: 터치 패널 영역
9632b: 터치 패널 영역
9633: 태양 전지
9634: 충방전 제어 회로
9635: 배터리
9636: DCDC 컨버터
9637: 조작 키
9638: 컨버터
9639: 버튼

도면

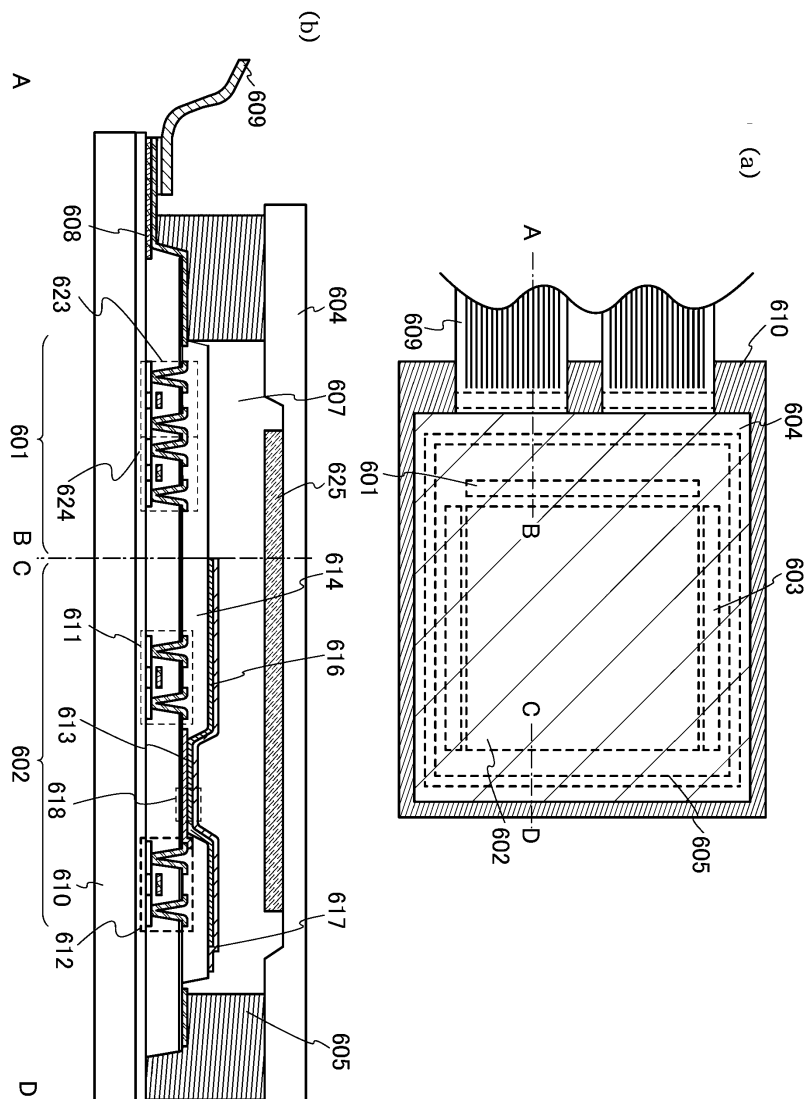
도면1



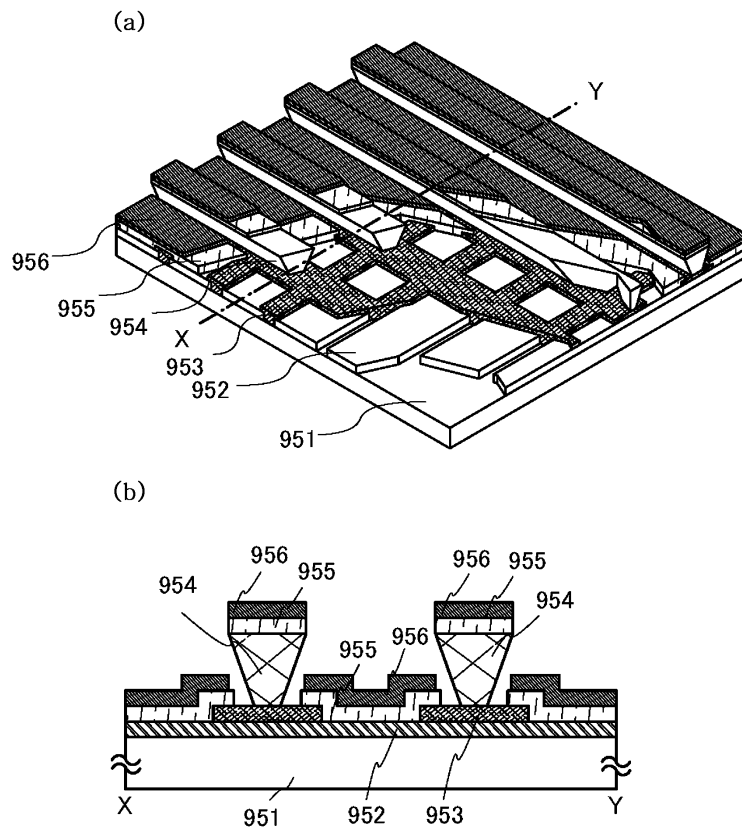
도면2



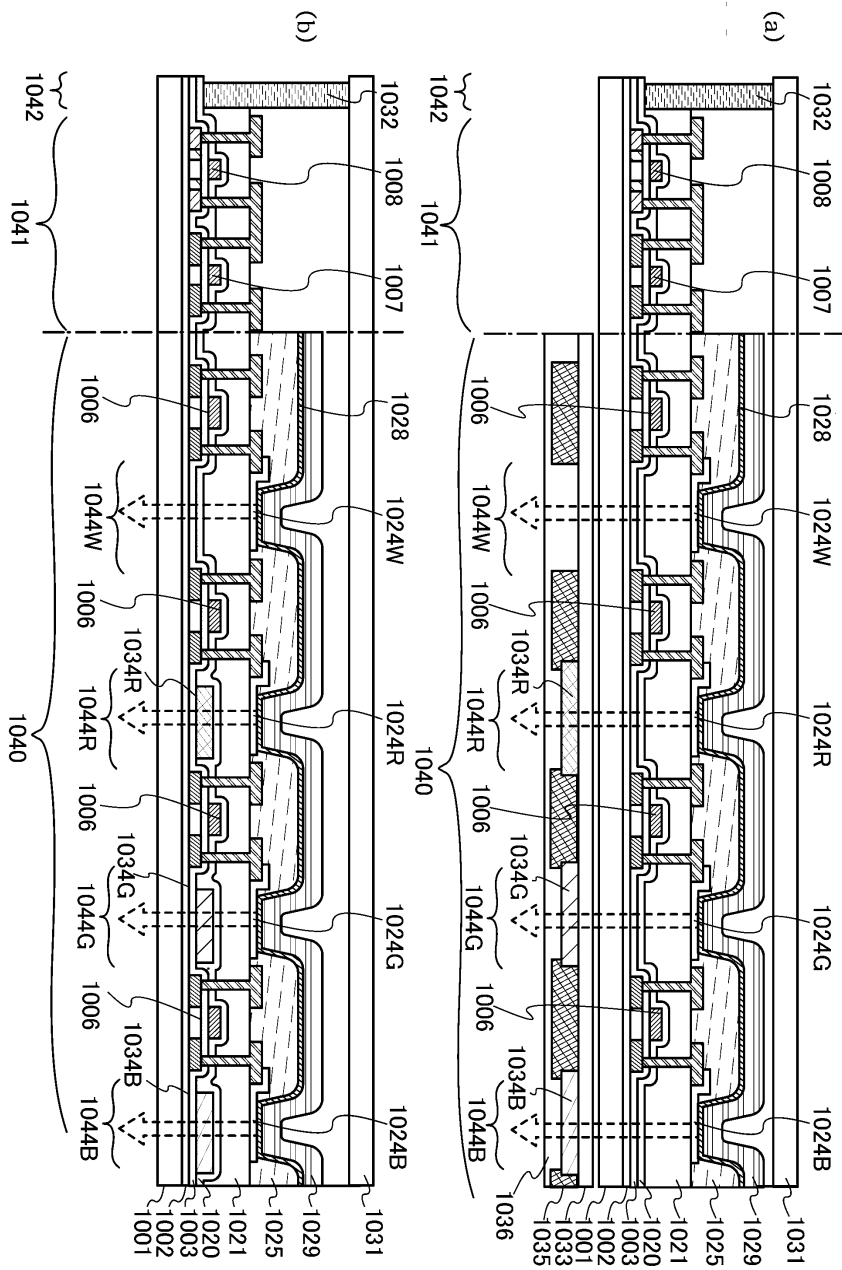
도면3



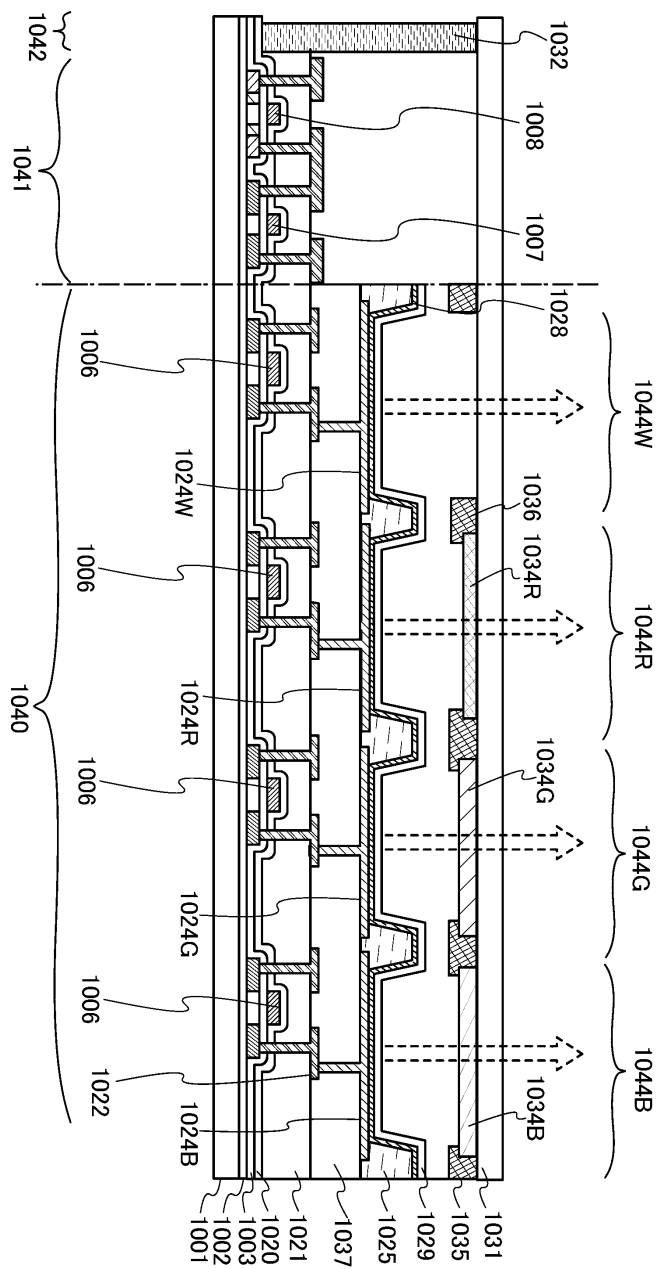
도면4



도면5

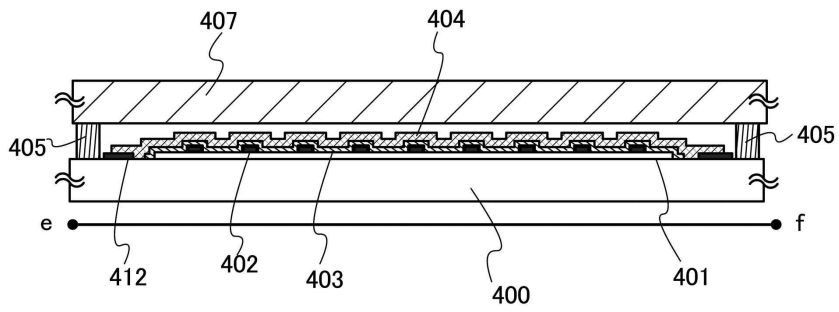


도면6

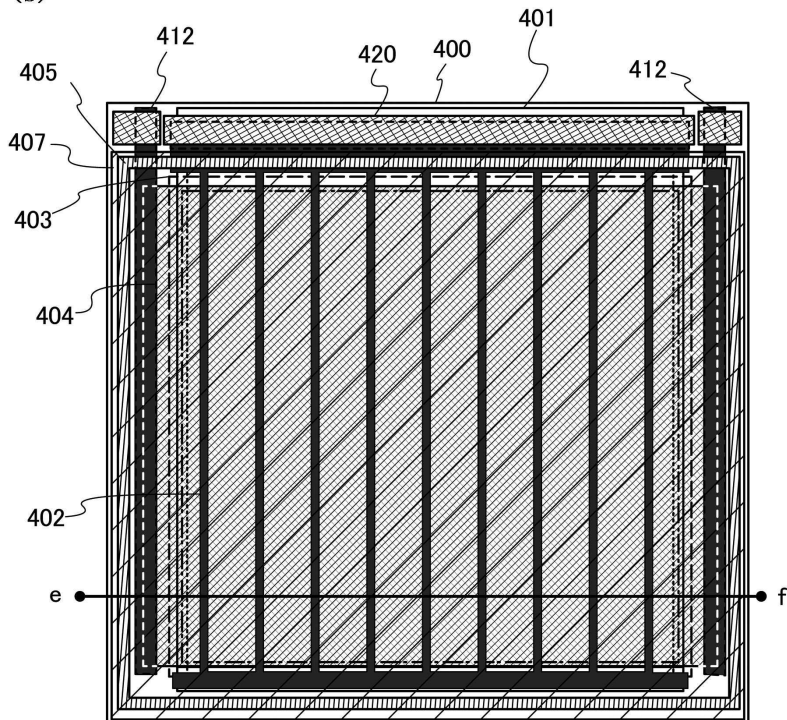


도면7

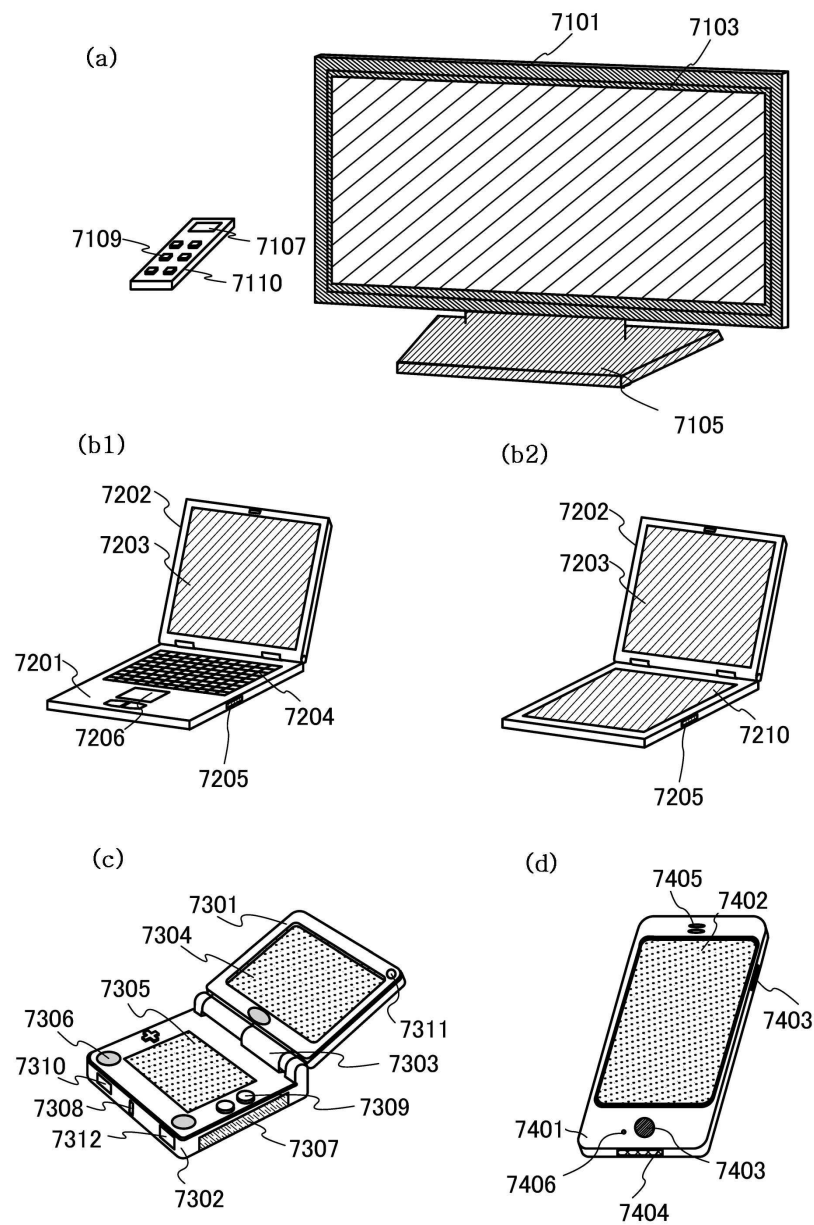
(a)



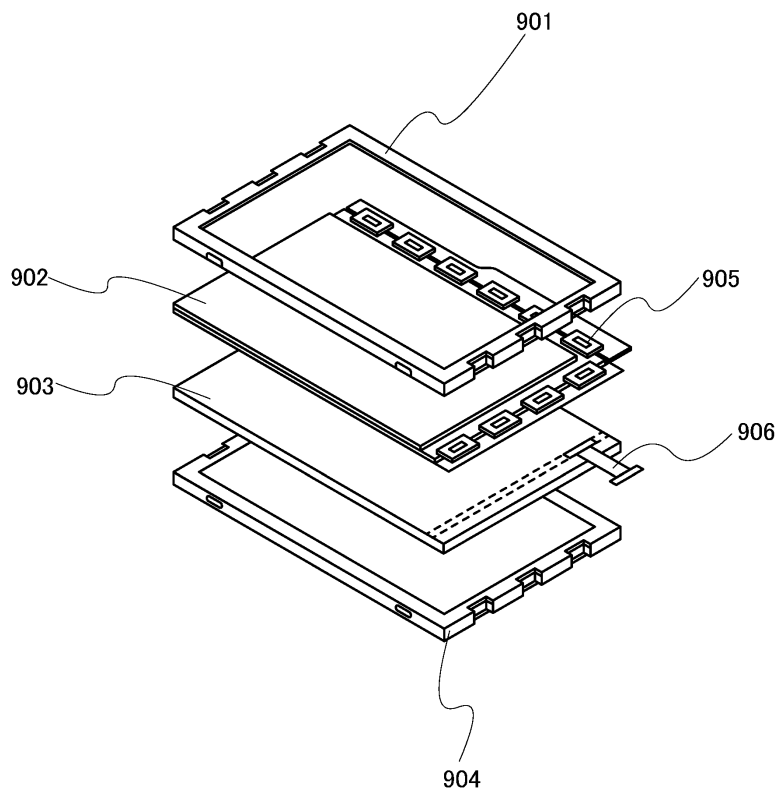
(b)



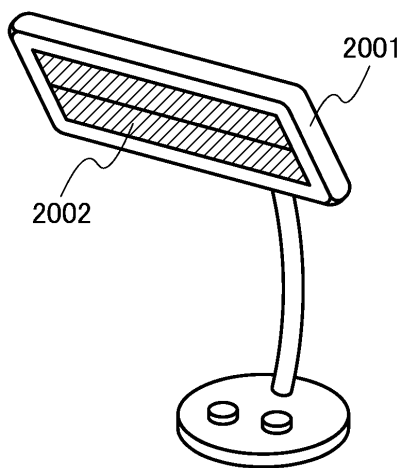
도면8



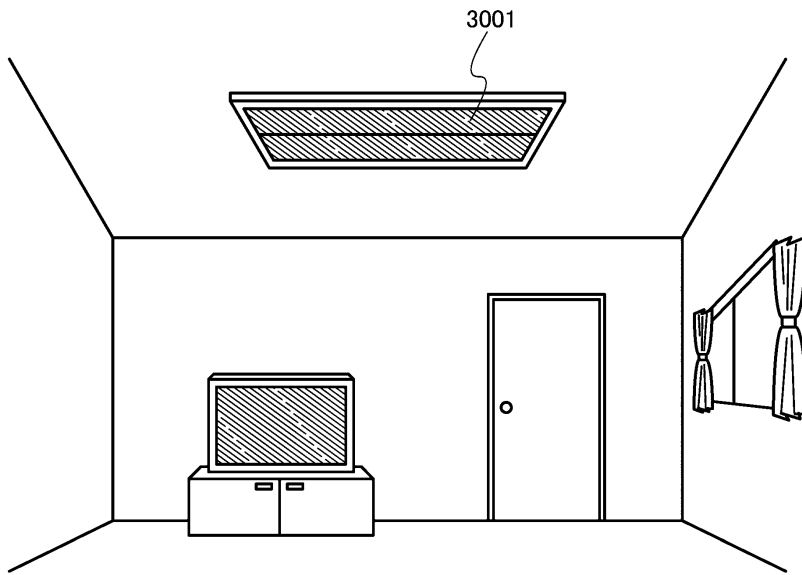
도면9



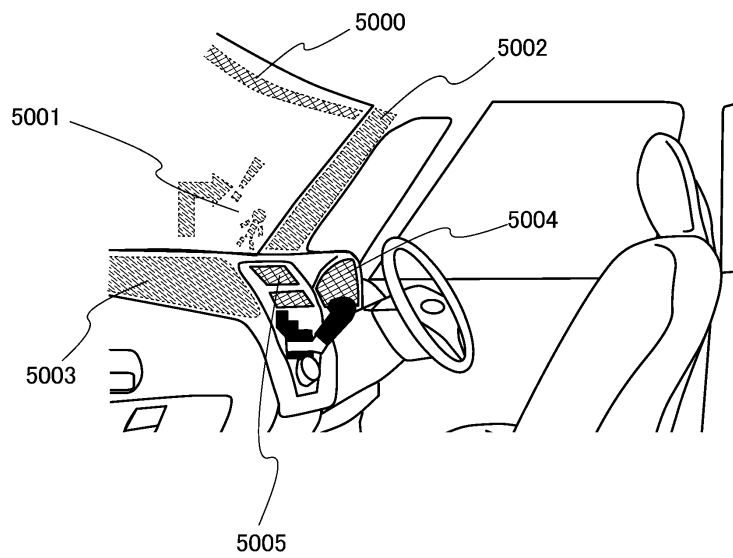
도면10



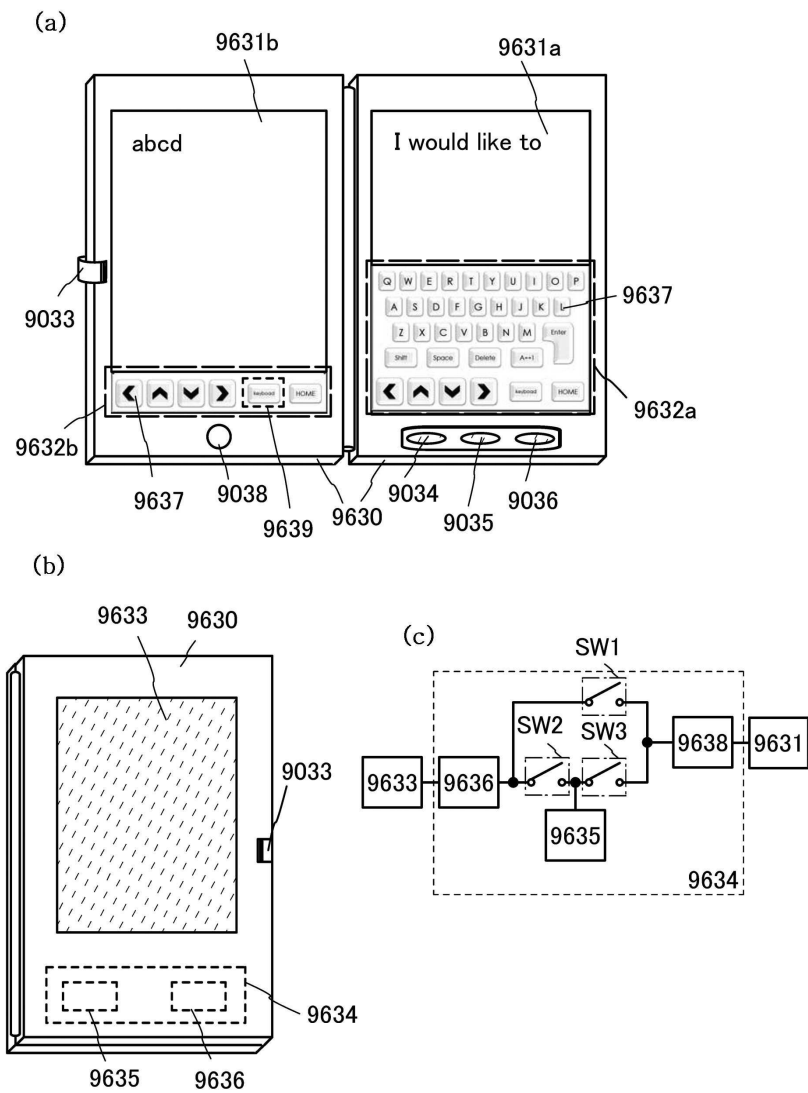
도면11



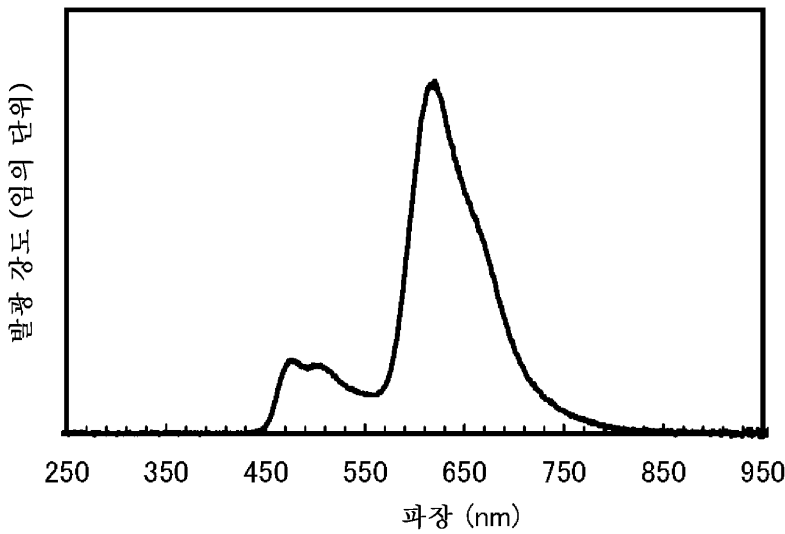
도면12



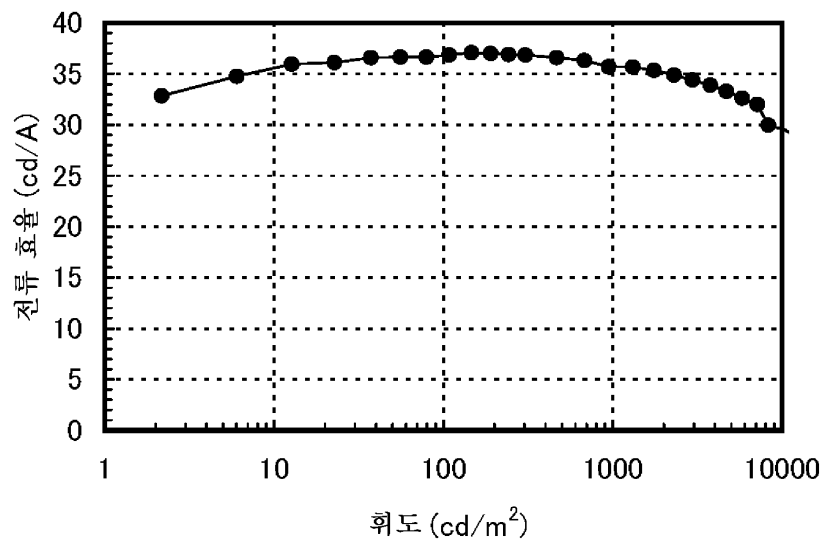
도면13



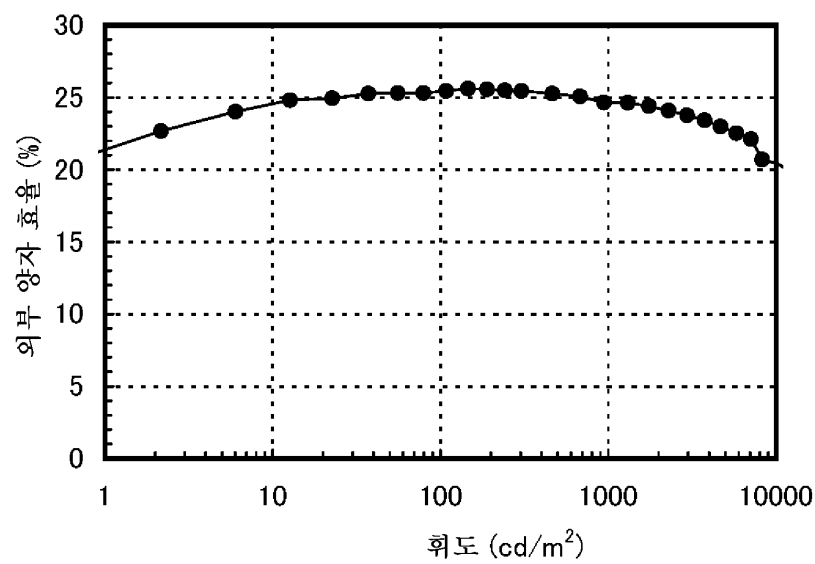
도면14



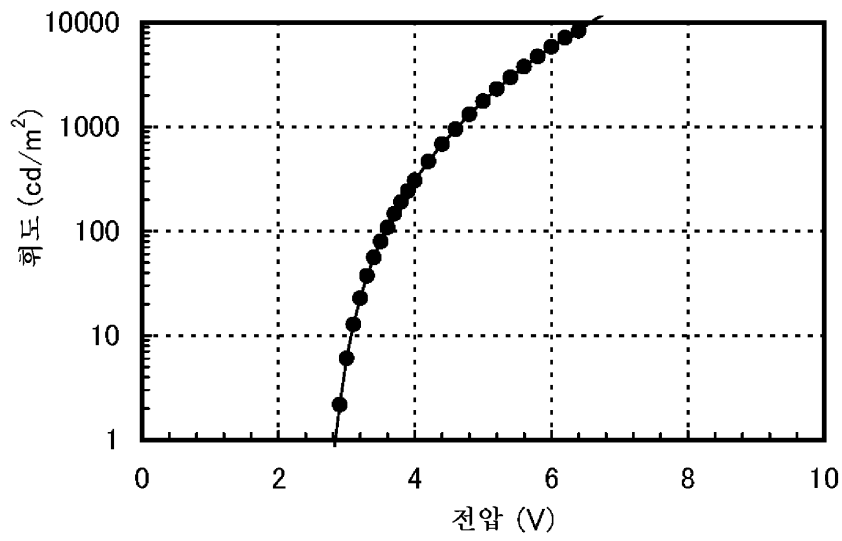
도면15



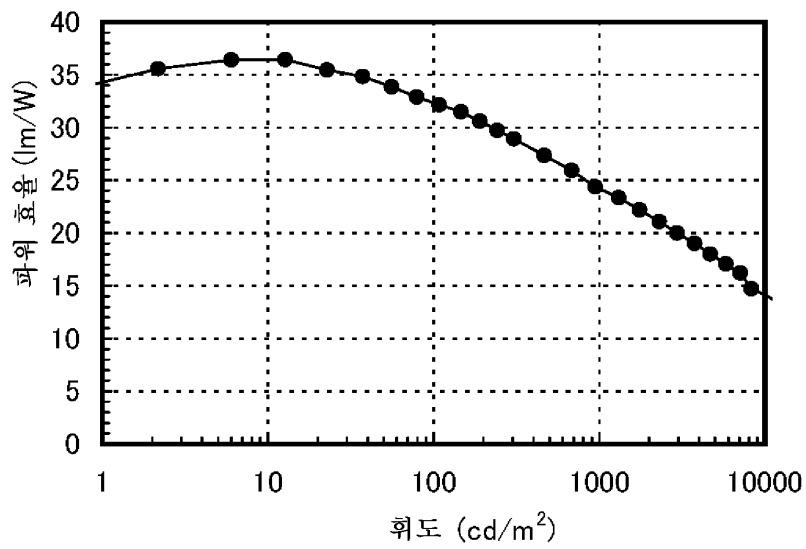
도면16



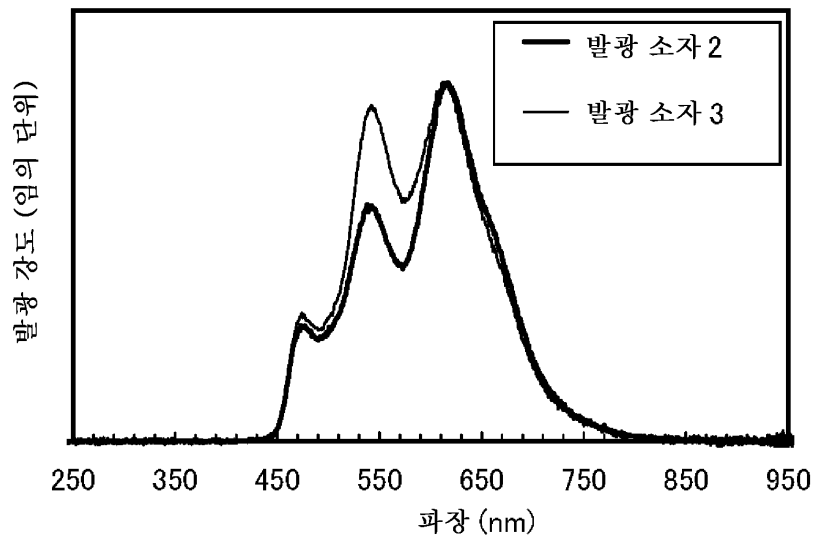
도면17



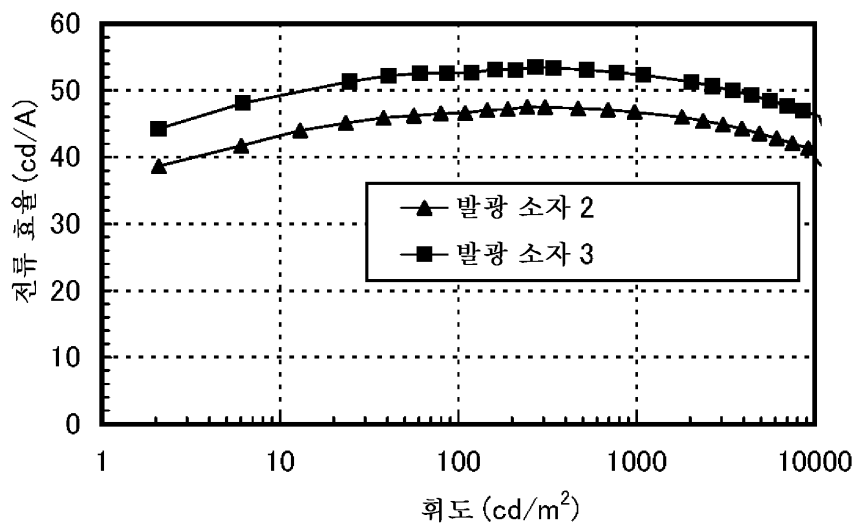
도면18



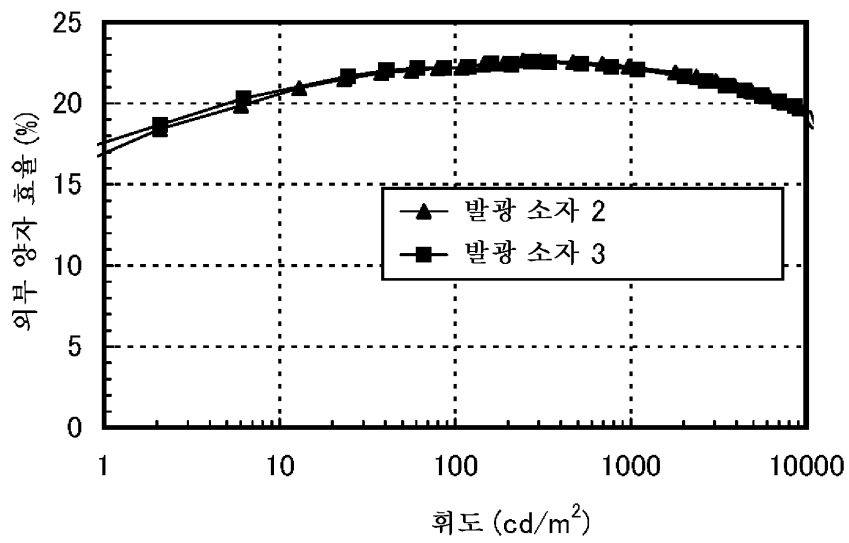
도면19



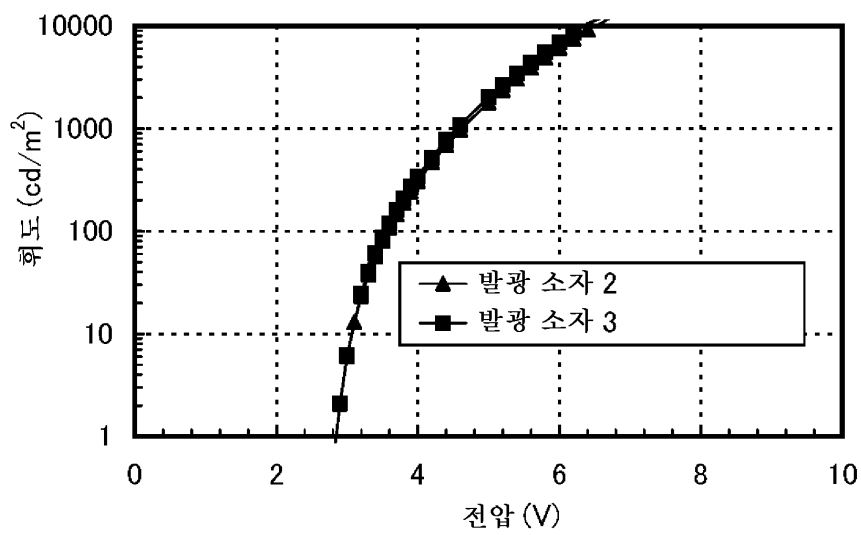
도면20



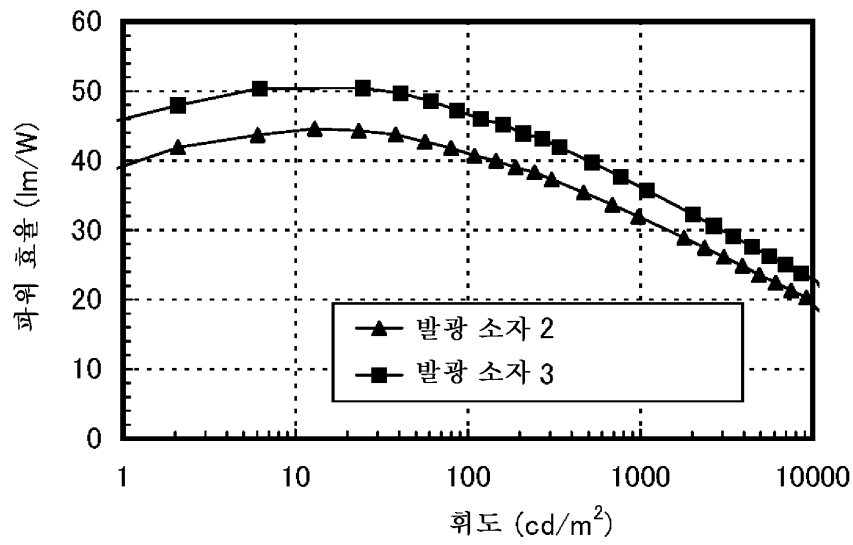
도면21



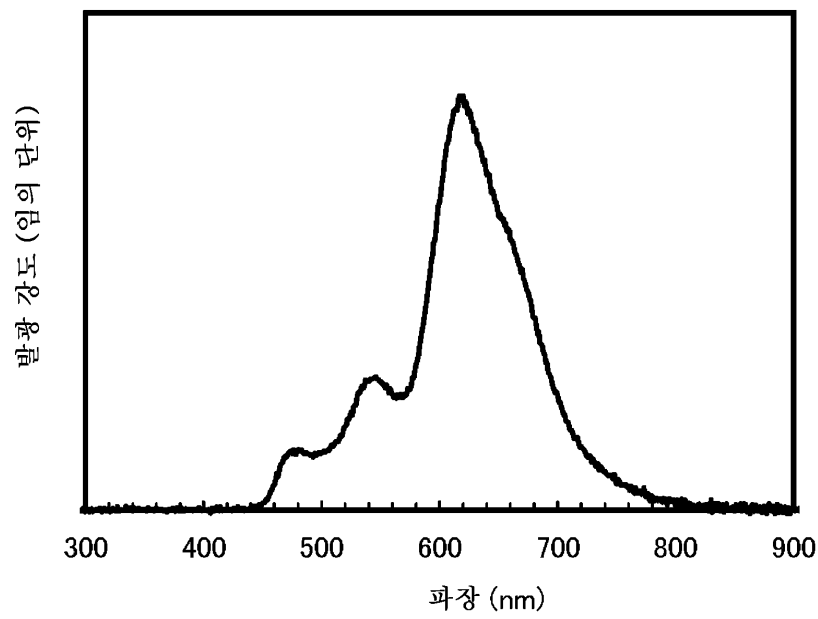
도면22



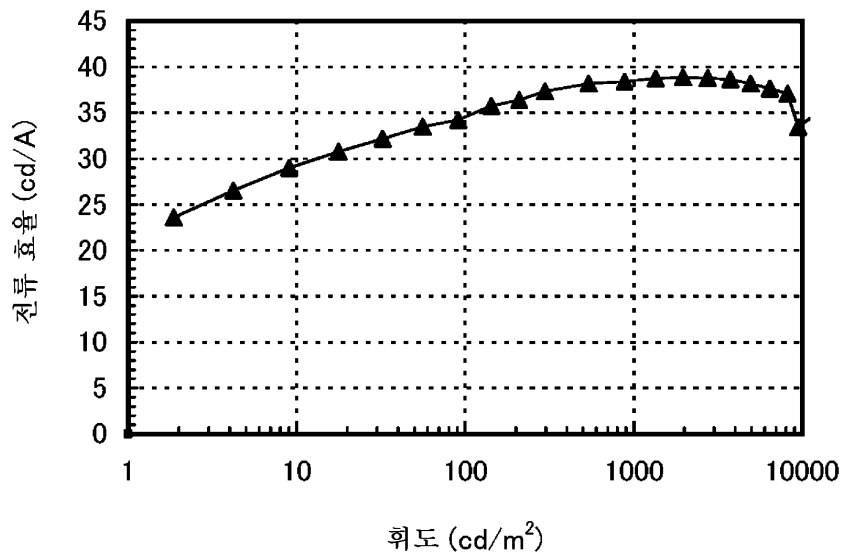
도면23



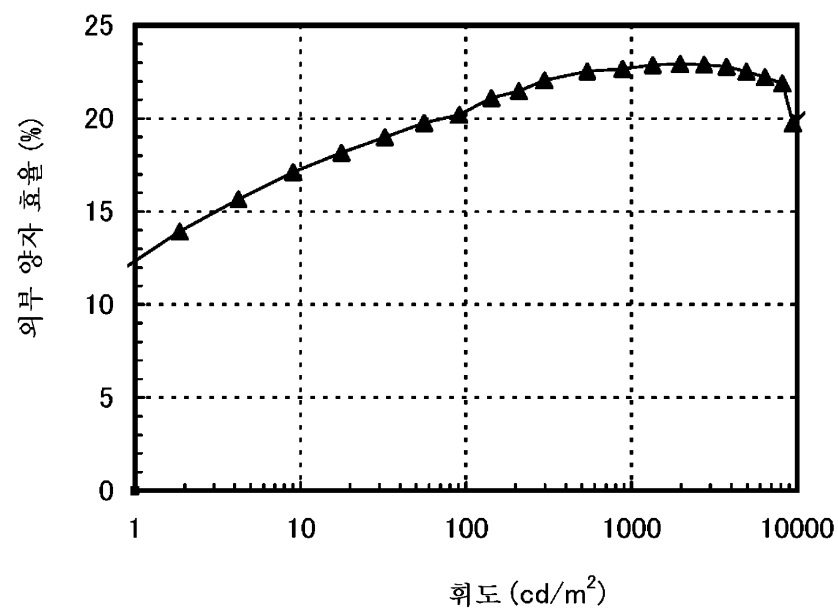
도면24



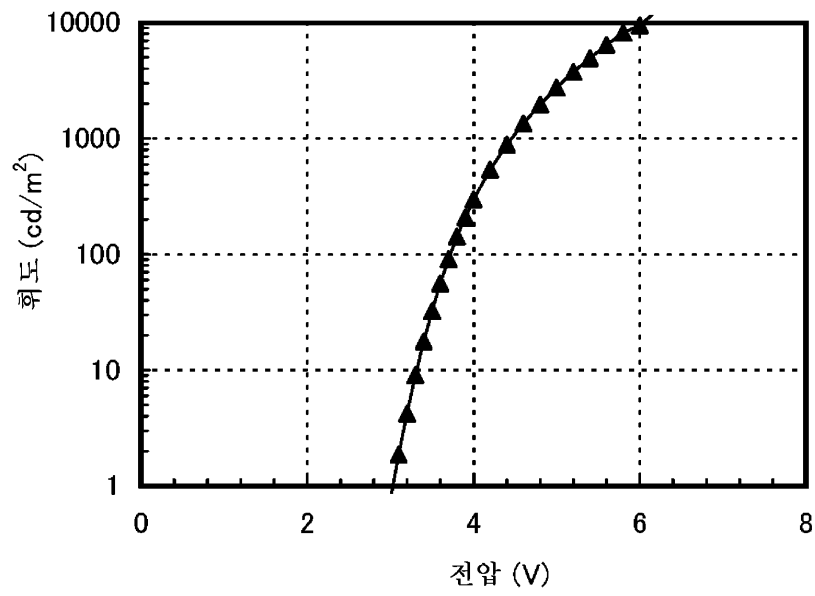
도면25



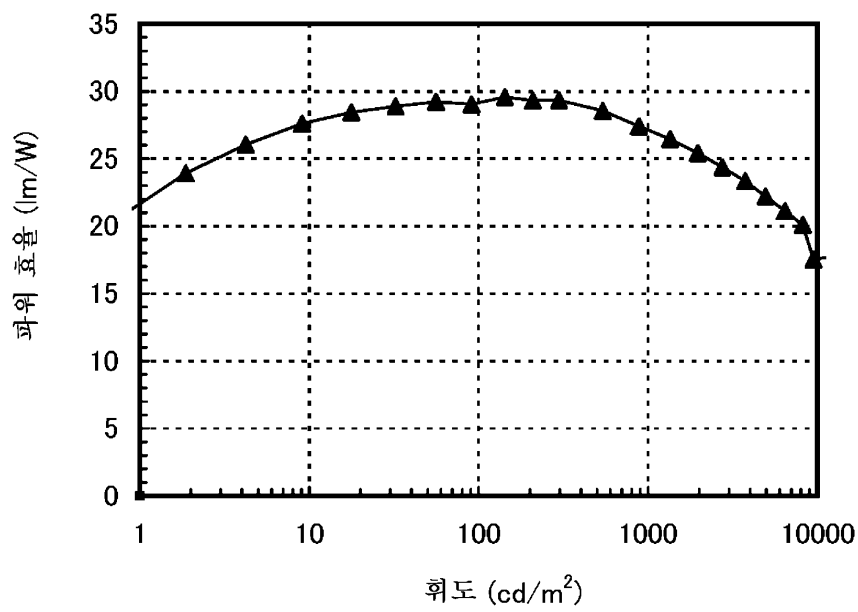
도면26



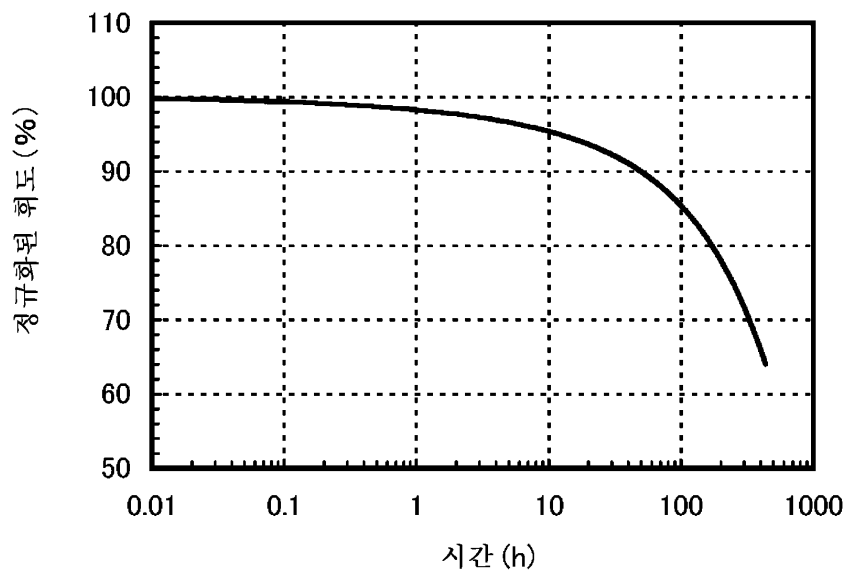
도면27



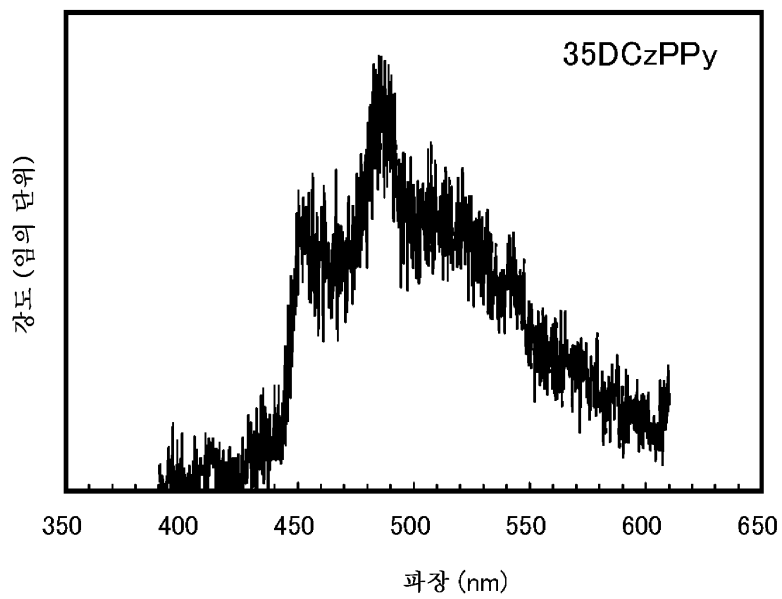
도면28



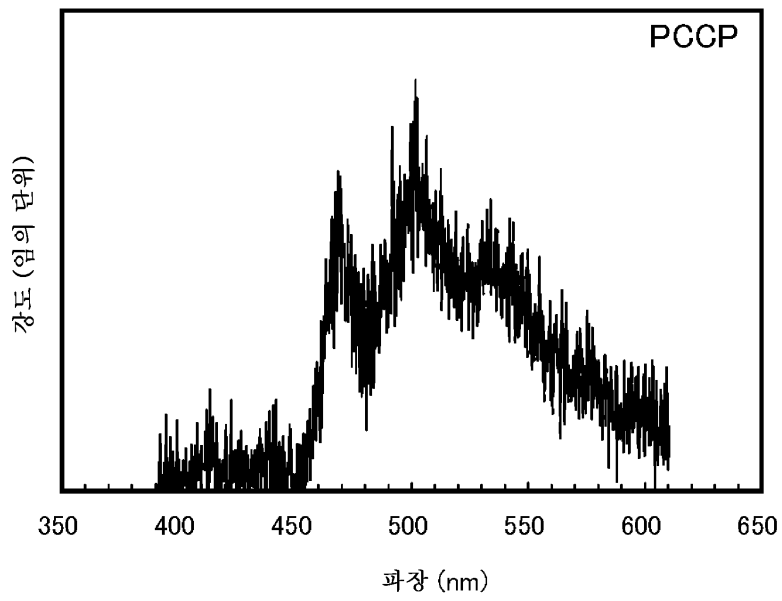
도면29



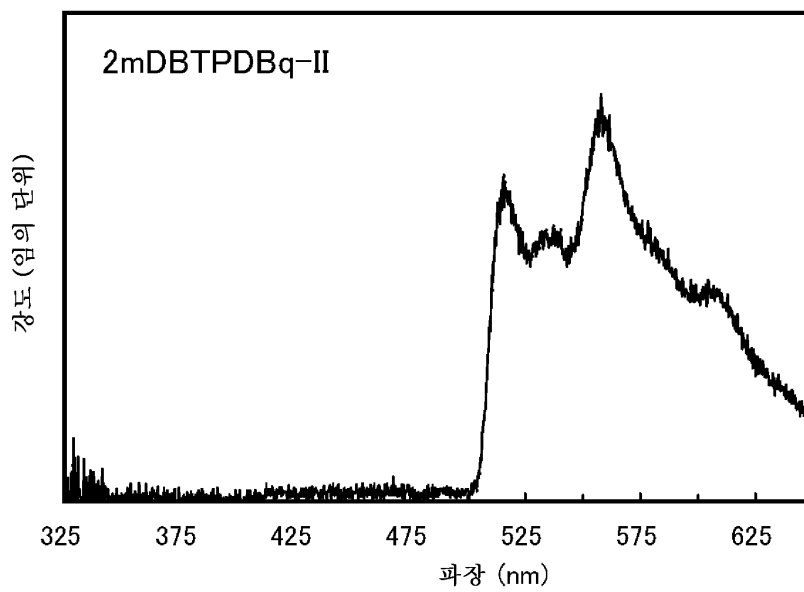
도면30



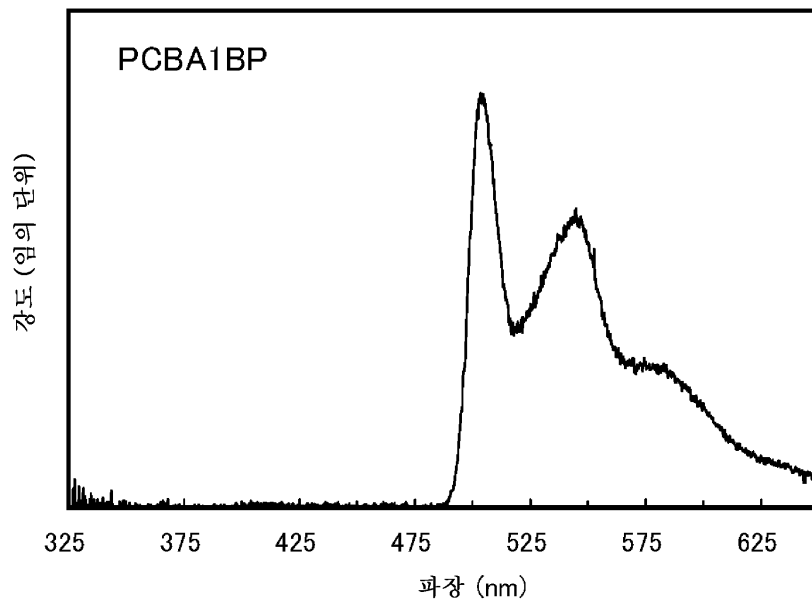
도면31



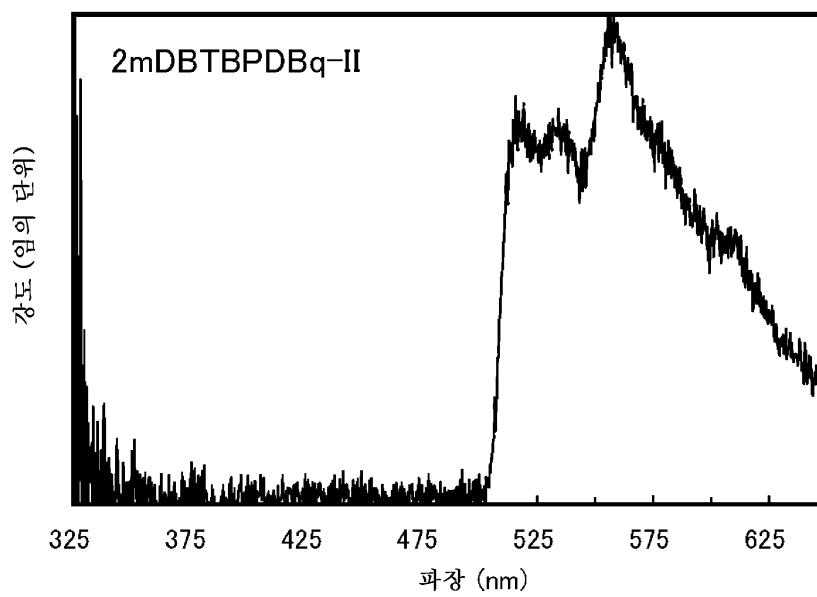
도면32



도면33



도면34



도면35

